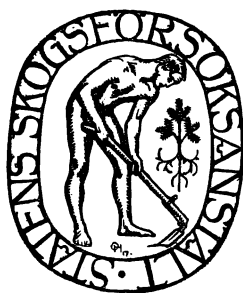


# OM DE LÅGPRODUKTIVA SAND- MARKERNA Å HÖKENSÅS OCH I ÖVRE LAGADALEN

*ÜBER DIE SCHWACHPRODUKTIVEN SANDBÖDEN AUF DEM HÖKENSÅS UND IM  
OBEREN LAGATAL, SÜDSCHWEDEN*

AV

OLOF TAMM



---

**MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT**  
**HÄFTE 30 • Nr 1**

---

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 30. 1937

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS

**30. HEFT**

REPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY

**N:o 30**

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION  
FORESTIÈRE DE SUÈDE

**N:o 30**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR DR HENRIK HESSELMAN

## INNEHÅLL:

	Sid.
TAMM, OLOF: Om de lågproduktiva sandmarkerna å Hökensås och i övre Lagadalen .....	I
Über die schwachproduktiven Sandböden auf dem Hökensås und im oberen Lagatal, Südschweden.....	60
TIRÉN, LARS: Skogshistoriska studier i trakten av Degerförs i Västerbotten .....	67
Forestry Historical Studies in the Degerfors District of the Province of Västerbotten .....	315
MALMSTRÖM, CARL: Tönnersjöhedens försökspark i Halland. Ett bidrag till kännedomen om sydvästra Sveriges skogar, ljunghedar och torvmarker .....	323
Das Versuchsrevier Tönnersjöheden in Halland. Ein Beitrag zur Kenntnis der südwestschwedischen Wälder, Heiden und Torfmoore	487
HESELMAN, HENRIK: Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik <i>Vaccinium</i> -typ och dess inverkan på skogens förnygring och tillväxt.....	529
Über die Abhängigkeit der Humusdecke von Alter und Zusammensetzung der Bestände im nordischen Fichtenwald von blaubeerreichem <i>Vaccinium</i> -Typ und über die Einwirkung der Humusdecke auf die Verjüngung und Wachstum des Waldes.....	669

-----



## OM DE LÅGPRODUKTIVA SANDMARKERNA Å HÖKENSÅS OCH I ÖVRE LAGADALEN.

Sedan gammalt ha skogsmännen lagt märke till den påfallande låga produktionsförmågan hos tallskogarna på de vidsträckta sandavlagringarna å Hökensås, som är den höjdsträckning som från trakten S om Hjo följer Vätterns västra strand mot söder. Även i Jönköpingstrakten och söder därom finnas betydande arealer svagproduktiva sandmarker. En del av dessa sammanhånga i själva verket med Hökensåsavlagringarna och utgöra tillsammans med dem ett mycket stort stråk, medan andra bilda mindre stråk eller isolerade fält. Söder om Jönköping äro sandavlagringarna merendels lokaliserade till de flacka dalgångarna. Mycket betydande sandavlagringar följa Lagans olika källflöden och samla sig sedan i övre Lagadalen till ett brett band, som sträcker sig i sydlig riktning ända ned mot Värnamo.

Redan år 1920 framhöll länsjägmästare W. LOTHIGIUS för mig, att sandmarkerna i Lagadalen äro anmärkningsvärt svagproduktiva. Denna egenskap framträder mycket tydligt vid jämförelse med å ena sidan de angränsande moränmarkerna, å andra sidan många andra grus- och sandavlagringar i södra och mellersta Sverige, vilka framvisa en hög produktionsförmåga för tallen och även för den i tallskogen inströdda granen. Som exempel på sådana goda marker kunna nämnas grusmarkerna inom södra delen av egendomen Rödjenäs i Jönköpings län och grus- och sandmarkerna i Malingsbodalen, i den allra sydligaste delen av Kopparbergs län. De vackra, mer eller mindre granblandade tallskogarna i Malingsbodalen äro allmänt kända och berömda.

År 1922 igångsatte länsjägmästare LOTHIGIUS i nära samarbete med Statens skogsförsöksanstalts naturvetenskapliga avdelning ett stort kulturförsök i markförbättrande syfte vid gården Mölna i Byarums socken, knappt 5 km från Vaggeryd, utmed järnvägen till Nässjö (se närmare TAMM 1936). Detta försöksfält ligger å en sandmo, tillhörande det ovan nämnda stora stråket av relativt svagproduktiva marker. Redan år 1920 utförde jag på uppdrag av chefen för Statens skogsförsöksanstalts naturvetenskapliga avdelning, professor H. HESSELMAN, förberedande markundersökningar å försöksfältet. Sedermera föll det på min lott att medverka vid försökens planläggande och igångsättande samt att utföra revisioner och allehanda undersökningar å försöksfältet, som av mig besöktes vart eller vart annat år fr. o. m. 1920.

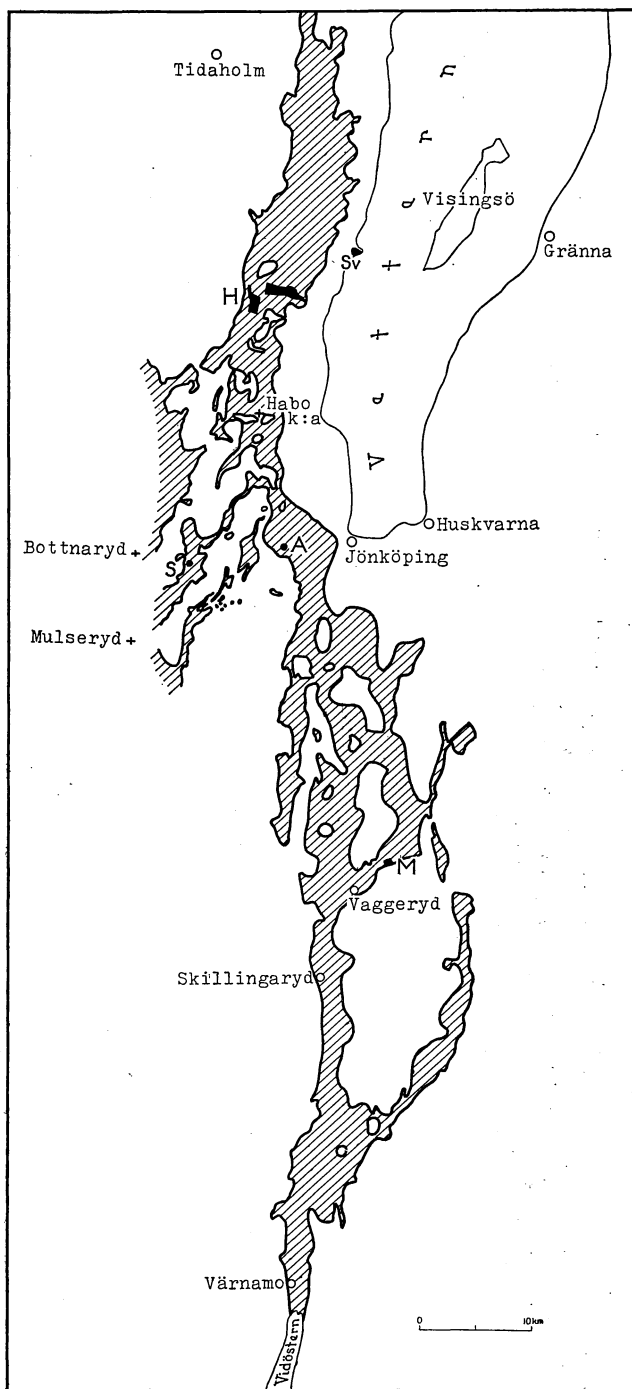
Efter att ha ganska ingående studerat såväl kulturernas som markvegetationens utveckling å försöksfältet och därjämte markens mekaniska och mineralogiska beskaffenhet såväl som dess jordmånstyp, stod det klart för mig, att grundorsaken till skogens relativt svaga växt å försöksfältet och dess omgivningar måste ligga i att sanden är synnerligen fattig på för skogen värdefulla mineral. Det framstod då snart som en nödvändighet, att ej blott skärskåda försöksfältet såsom en enskild lokal utan att försöka se detsamma i anslutning till andra betydande arealer av svag mark i trakten, särskilt det ovan omtalade stora stråket. Härav uppkom tanken på att söka granska detta i sin helhet för att därigenom få fördjupad insikt i de sydsvenska sandmarkernas egenskaper. Resultatet av denna granskning skall här framläggas.

De mekaniska och mineralogiska analyser som i det följande meddelas äro till största delen utförda av fröken MARGARETA JOHANSSON på skogs-försöksanstaltens laboratorium. En del av de mineralogiska undersökningarna ha utförts av mig själv. Kartan (fig. 1) och diagrammen (fig. 8 o. 9) ha ritats av fröken R. MELLSTRÖM.

För många goda råd vid diskussionen angående de skogliga och botaniska förhållandena inom det undersökta området ber jag här att få uttrycka min tacksamhet till länsjägmästare LOTHIGIUS och bitr. länsjägmästare R. WESTMAN, jägmästarna H. STAHRÉ och E. ÖSTLIN samt mina kolleger, docenten C. MALMSTRÖM och jägmästare L. TIRÉN. Kartredaktör M. LUNDKVIST har älskvärt ställt sin sakkunskap till förfogande vid redigeringen av illustrationsmaterialet.

## KAP. I. DET UNDERSÖKTA OMRÅDETS LÄGE, UTSTRÄCKNING OCH ALLMÄNNA GEOLOGISKA OCH SKOGLIGA BESKAFFENHET. UNDERSÖKNINGARNAS OMFATTNING.

Läge och nivåförhållanden. Fig. 1 visar den ungefärliga utsträckningen av det väldiga stråk av grövre vattensediment, som börjar i norra delen av Hökensås och som längre söderut (S om Habo kyrka) delar sig i flere grenar, varav en mycket betydande söker sig ned mot Lagans dalgång. Kartan är sammanställd av mig med ledning av de geologiska kartbladen, bl. a. det tryckta men outgivna bladet Ulricehamn. Jag står i tacksamhetskuld till sekreteraren vid Sveriges Geologiska Undersökning, fil. dr. K. E. SAHLSTRÖM, som ställt detta kartblad till mitt förfogande. Det var också han som först för mig påpekade det förefintliga sammanhanget mellan sandavlagringarna å Hökensås och i Lagadalen och rådde mig att skärskåda hela stråket som en enhet under gemensam synvinkel.



Det undersökta området ligger ganska högt, särskilt den norra delen, som faller inom Hökensås, där vissa punkter nå 280 m ö. h. Den allmänna nivån är dock här inom sandområdet ej mer än 230–250 m ö. h. Svedmon ligger omkring 240 m ö. h., kronoparken Haboskogen i allmänhet 230–250 m. Habo kyrka ligger 228 m och Axamo invid Dumme mosse c:a 225 m. Samma höjd har Flahult. Mot söder sjunker sedan nivån. Mölna försöksfält ligger drygt 200 m, Skillingaryd omkring 180 m, Värnamotrakten

Fig. 1. Det undersökta stråket av sand- och grusavlagringar (streckat). Med svart har inlagts dels kronoparken Haboskogen (H) dels Svedudden (Sv) dels försöksfältet vid Mölna (M) och Axamowald (A) invid Dumme mosse.

Das untersuchte Gebiet von Sand- und Kiesablagerungen (gestrichelt). H: Haboskogen, Sv: Svedudden, M: das Versuchsfeld Mölna, A: der Axamowald.

ca 155 m. Landet sänker sig alltså ca 100 m från den nordliga, högst belägna delen mot söder. Då Vätterns nivå är 88 m ö. h., innebär detta att de nordliga delarna av stråket på denna sjös västra strand ligga å 140—160 m över Vätterns yta.

**Geologisk beskaffenhet.** Angående de undersökta sand- och grusavlagringarnas geologiska uppkomstsätt äger man icke full klarhet. Att kärnan i dem utgöres av isälvsbildningar torde vara odisputabelt, men dessa ha, sedan de avsatts, svallats och omlagrats av olika fornsjöars vatten, dels den stora Vätterissjöns, som en gång hade sitt avlopp i Lagadalen, dels Forn-Bolmens, dels mindre, lokala issjöar (t. ex. vissa områden på Hökensås). I enstaka fall torde även sandflykt ha förekommit. Det är på många ställen icke möjligt att säkert begränsa det stora sand- och grusstråket. Vad som är glacifluvial sand och vad som är sjösand, bildad genom omlagring av glacifluvialsand, eller Vättersand och t. o. m. av Vätterissjön bearbetad och omlagrad morän, framgår icke alltid klart av de geologiska kartbladen. Stråket har därför av mig, särskilt i Jönköpingstrakten, tämligen godtyckligt avgränsats mot andra, på de geologiska kartorna angivna sandavlagringar med ledning också av den topografiska kartan. Starkt odlade sandområden med betydande inslag av lövskog ha därvid uteslutits. Under alla förhållanden ger fig. 1 en god översiktssbild av det stora sand- och grusstråkets utsträckning.

Sedimenten inom stråket bestå till relativt obetydlig del av rullstensgrus, stundom bildande markerade åsryggar, och till alldeles övervägande del av sand, bildande plana eller mera sällan kuperade terränger. Stundom är sanden något grusblandad, och ibland ersättes den av grovmo. Även förekommer, ehuru mera sällan, att den innehåller avsevärt med finmo och ännu finkornigare beståndsdelar.

Om skogsväxten på olika avlagringar. Ingalunda hela det på fig. 1 återgivna stråket utgöres av svagproduktiv skogsmark. På det grova, stenrika rullstensgruset växer tallen sålunda i allmänhet väl. Detta gäller ej blott åsarnas sluttande sidor utan även själva krönet. Liksom alltid gynnas skogen av lutningen, så att åssidorna förete en något bättre växt än själva rygarna, men även uppe på dessa växer skogen merendels betydligt bättre än å omgivande plana sandmoar. Ibland bildar sanden relativt tunna täcken på morän (eller i vissa fall på issjölera). Också i sådana fall träffas mycket växtliga skogar. Detsamma gäller sandmarker, som äro genomslade av grundvattensströmmar inom räckhåll för trädens rötter. Ävenledes kan man träffa starkt växtliga bestånd på sand, som innehåller en märkbar inblandning av finmo, mjåla eller ler. De starkt växtliga bestånden äro emellertid undantagsfall och de svagproduktiva markerna överväga i hög grad, när man tar i betraktande området i dess helhet.



De magra, lågproduktiva markerna utgöra sålunda terränger av mäktig, stenfri eller nästan stenfri sand, stundom innehållande ett betydande inslag av grovmo men ej nämnvärt av finkornigare material. Stundom ligger grundvattennivån i dessa sandavlagringar på ganska ringa djup under markytan, såsom 1,5—2 m, och nås av tallarnas sänkrötter, men grundvattnet är stillastående eller blott ytterst svagt rörligt (i horisontalled). Vanligen ligger emellertid grundvattnet på betydande djup och nås ej av trädrötterna.

Även på de lågproduktiva sandmarkerna träffas växlande boniteter: från granblandade tallbestånd av ganska växtlig typ (torde ungefärligen motsvara bonitet 5 enligt JONSONS system) till synnerligen glesa, lågproduktiva tallhedar. Sådana finnas flerstädes på Hökensås.

Åtskilliga sandavlagringar, som befinna sig utanför det nu nämnda stråket, förete samma skogliga karaktär, d. v. s. bära svagproduktiva tallskogar. Av intresse är att sådana sandavlagringar flerstädes förekomma ända ned mot Vätterns strand. Sålunda har jag besökt Svedudden (se fig. 1) och omgivningarna däromkring och konstaterat, att de mäktiga sandavlagringarna därstädes bära tallskogar av den vanliga, svaga typen.

**Undersökningarnas omfattning.** Inom det stora grus-sandstråket å fig. 1. har jag bedrivit detaljundersökningar av marken inom tvenne områden. Det ena är försöksfältet vid Mölna. Det andra är kronoparken Haboskogen å Hökensås, en trakt som är känd för sina anmärkningsvärt kraftiga blekjords- och ortstensbildningar och sina delvis svärföryngrade marker.

Inom de övriga delarna av stråket har jag utfört rekognosceringar med insamling av jordprov på en mängd punkter. Jag har sålunda berest Lagadalen från Värnamo till Vaggeryd samt vidare stråkets fortsättning utmed stora landsvägen mot Jönköping till Barnarps backar. Vidare har jag besökt Flahult samt Axamo och Skogsliden invid Dumme mosse och trakten söder om Habo kyrka. Från Habo norrut har jag rekognoscerat trakten söder om kronoparken Haboskogen och Svedmon norr därom (med besök vid Svedudden). Därtill har jag tvärat över Hökensås mellan Brandstorp och Daretorp och mellan Källefall och S. Fågelås. Jag har sålunda besökt de flesta av stråkets olika delar, dock ej dess utlöpare i Nissadalen resp. den östliga förgrening, som stryker från Ödestugu över Hok och Svenarum ned mot Värnamotrakten och som väsentligen utgöres av rullstensgrus, se fig. 1.

## KAP. II. KLIMATET I DET UNDERSÖKTA OMRÅDET.

1. **Lufttemperaturen.** Denna belyses av de i tab. 1. meddelade temperaturmedeltalen för några olika orter inom området. Stationen Strömbäck är belägen på Hökensås, ca 10 km NNO om Haboskogen å endast 2,5 km:s avstånd från Vättern. Dess temperatur är möjligen något påverkad

Tab. 1. Månads- och årsmedia av lufttemperaturen å några stationer under perioden 1859—1900 enligt Hamburg (1908).

Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur einiger Orte während der Periode 1859—1900 nach HAMBURG (1908).

	Strömbeck 225 m ö. h.	Flahult 224 m ö. h.	Munkeberg 102 m ö. h.	Hindsekind 174 m ö. h.	Helmershush 194 m ö. h.
jan. ....	— 3,06	— 3,48	— 2,29	— 2,93	— 2,91
febr. ....	— 3,17	— 3,76	— 2,81	— 3,01	— 2,93
mars. ....	— 1,52	— 2,16	— 1,29	— 1,06	— 1,10
april. ....	+ 3,28	+ 2,62	+ 3,81	+ 4,01	+ 3,92
maj. ....	+ 8,07	+ 7,54	+ 8,86	+ 9,55	+ 9,31
juni. ....	+ 12,77	+ 12,53	+ 13,95	+ 14,13	+ 13,88
juli. ....	+ 14,77	+ 14,68	+ 15,87	+ 15,65	+ 15,52
aug. ....	+ 13,81	+ 13,40	+ 14,97	+ 14,42	+ 14,41
sept. ....	+ 10,49	+ 9,84	+ 11,52	+ 11,14	+ 10,89
okt. ....	+ 5,18	+ 4,80	+ 6,23	+ 5,95	+ 5,74
nov. ....	+ 1,08	+ 0,71	+ 1,77	+ 1,41	+ 1,34
dec. ....	— 2,13	— 2,52	— 1,62	— 1,97	— 2,04
Året. ....	+ 4,96	+ 4,52	+ 5,75	+ 5,61	+ 5,50

av denna sjö, vilket torde bidra till skillnaden från Flahults värden från liknande nivå över havet. Själva Vätterstrandens klimat, som är betydligt gynnsammare, belyses av stationen Munkeberg N om Hjo. Av allt att döma kan Flahult-stationen användas för att ange lufttemperaturen i områdets högre belägna, kallare delar, medan de sydliga, ned mot Värnamo, på lägre höjd liggande, bäst torde belysas medelst stationerna Hindsekind och Helmershus, vilka dock kanske tidvis ha något för gynnsam temperatur, när de ligga nära tämligen stora sjöar.

2. Frostländigheten är inom stora delar av området betydande. Norra Jönköpings län är känt för sina talrika sommarnattfroster, och man kan där så gott som varje år iakttaga frostsador på unggrannar, som till följd av dessa ha svårt att taga sig upp, om de ej stå under skärm. Särskilt de flacka dalgångarna, som samla den kalla tunga luften, äro frostbesvärade. De delar av Hökensås, som luta mot Vättern äro däremot säkerligen föga frostländiga och i ännu högre grad gäller detta om själva Vätterstranden, ty de närmaste omgivningarna kring våra stora sjöar äro alltid mindre frostländiga än landet längre ifrån dem.

3. Nederbörden är enligt Meteorologisk-Hydrografiska Anstaltens kartor inom området växlande. Vätterns västra strand har liksom allmänt de närmaste omgivningarna av våra större sjöar en lokalt låg årsmedelnederbörd, i detta fall ca 500 mm eller något därunder. Mot väster stiger denna siffra mycket snabbt, ej blott på grund av landets höjning. Redan ca 8 km från stranden är sålunda nederbörden 600 mm. Detta innebär, att de västliga och högre belägna delarna av områdets norra hälft ha 600 mm och däröver, medan de lägre, närmare Vättern belägna, ha mellan 500 och 600 mm. Söder

om Vättern stiger nederbörden även ganska snabbt. Flahult (ca 10 km S om Jönköping), har 665 mm, Eckersholm (10 km S om Flahult) har 691 mm och Skillingaryd (ca 20 km S om Eckersholm) har 788 mm. Detta senare värde torde vara betecknande för områdets södra del, vars årsmedelnederbörd alltså närmar sig 800 mm. Nederbörden är förhållandevis jämnt fördelad under sommaren med ganska höga siffror för maj—juni, varför fuktighetsförhållandena måste anses gynnsamma för skogens föryngring. Till belysande härav må meddelas medeltalen för nederbörden under månaderna maj, juni, juli, augusti och september från stationen Flahult, under perioden 1902—1930. De äro resp. 50,1, 68,3, 70,6, 103,1 och 63,5 mm.

GRANLUND (1932, s. 69) har på grundval av sina resultat beträffande högmossarnas välvning, vilken inom ett i temperaturhänseende likformigt område enligt honom står i relation till årsmedelnederbörden, uppgjort en nederbördskarta, omfattande bl. a. omgivningarna kring Vätterns södra del. Denna karta stämmer i det hela väl med meteorologernas kartor men ger mera detaljer, eftersom den är grundad på en allmän biologisk företeelse och ej på ett relativt glest nät av meteorologiska stationer. Enligt GRANLUNDS karta skulle grus- och sandområdet på Hökensås ha en nederbörd av 500—700 mm, det senare i de västligare delarna, eftersom avtagandet går mot Vätterstranden. Trakten Habo—Axamo (se fig. 1) har 700 mm d. v. s. i allmänhet något mera än Hökensås.

Det framgår av de anförda data, att nederbörden företer betydande växlingar i det undersökta området. Så gör därför också humiditeten, som numera enligt HESSELMAN (1932) för vårt land lämpligen kan mätas med MARTONNES humiditetstal  $N: (T+10)$ , där  $N$  är årsmedelnederbörden och  $T$  årsmedeltemperaturen. Man kan sålunda beräkna ett humiditetstal av 37 till 51 inom områdets olika delar, vilket måste sägas innebära stora växlingar. Starkast humiditet uppvisa de söder om Skillingaryd belägna delarna av Lagadalen. Trakten Habo—Axamo har även en rätt stark humiditet. Svagast har den östligaste delen av Hökensås med ett humiditetstal av ca 37. Själva Vätterstranden har ännu mycket lägre eller ca 32.

### KAP. III. SKOGSSAMHÄLLENA I DET UNDERSÖKTA OMRÅDET.

Från botanisk synpunkt kan man indela de skogar, som förekomma inom det undersökta grus- och sandområdet i olika typer, dels mossrika, dels lavrika och dels övergångsled mellan dessa.

1. Tallskogar, oftast något granblandade, av *Vaccinium*typ (se fig. 2 o. 6). Den största rollen spelas av en något granblandad tallskog med en

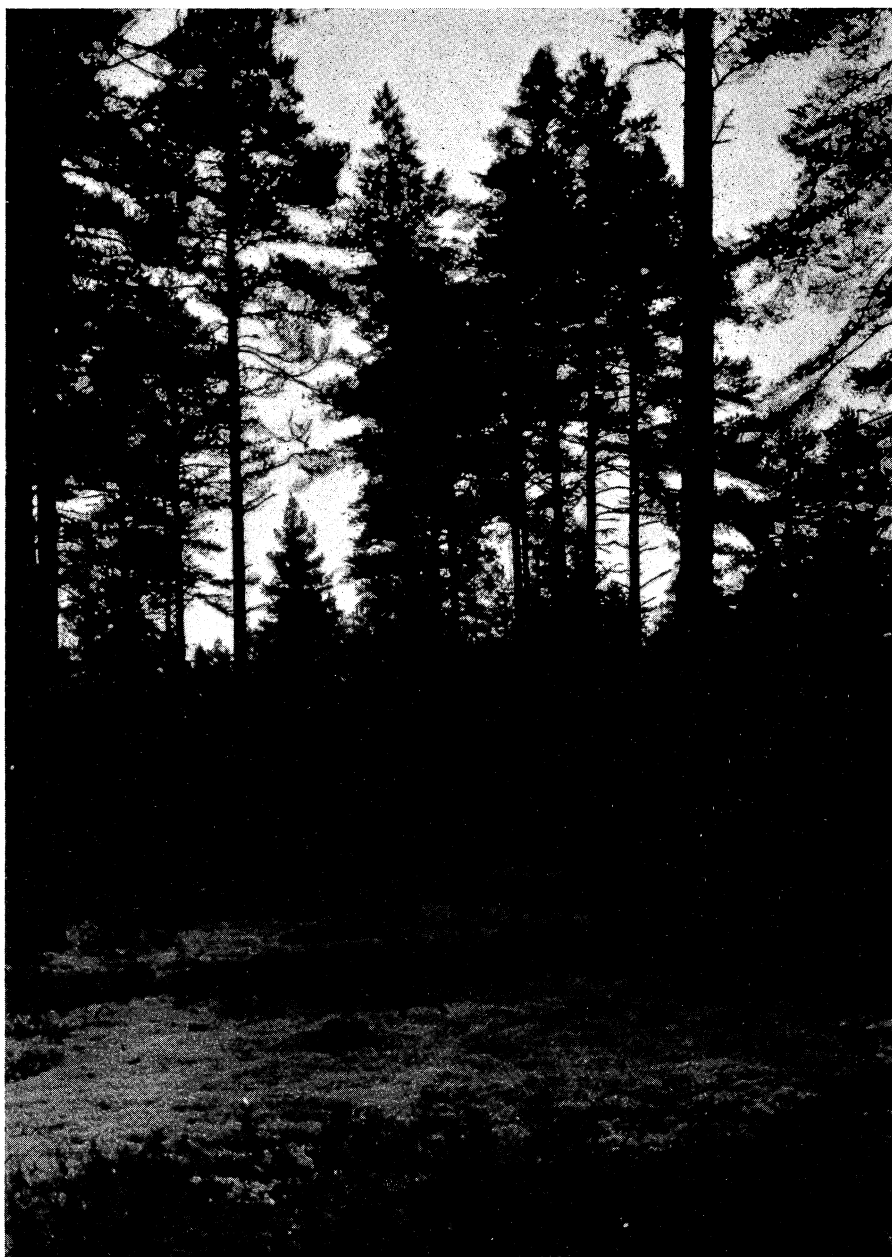


Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml.

O. TAMM, foto 1932.

Fig. 2. Tallskog av *Vaccinium*typ invid Mölna försöksfält. På hygget utanför beståndet har ljung i stor utsträckning invandrat. Björkarna i förgrunden äro planterade (jfr TAMM 1936). Beståndets ålder är 96 år. I detta bestånd ligger provytan 1, tab. 2. Kiefernwald von *Vaccinium*typus beim Versuchsfeld Mölna. Auf dem Kahlschlag im Vordergrund ist Heidekraut eingewandert. Die Birken sind gepflanzt (s. TAMM, 1936). Bestandsalter 96 Jahre. Probestfläche 1, Tabelle 2, gehört diesem Bestande an.

markvegetation, som alltid äger ett botten-skikt av *Hylocomium parietinum* i blandning med något *H. proliiferum* samt med *Dicranum*arter, speciellt *D. undulatum* samt med inströdda renlavar, *Cladina silvatica* och *C. rangiferina*. I denna matta växa i allmänhet lingonris och blåbärsris samt ofta även något ljung och kråkris. Gräs, såsom kruståtel (*Deschampsia* el. *Aira flexuosa*), saknas ofta helt eller förekomma i mycket obetydlig mängd. I de tätaste fläckarna inom bestånden träda emellertid fältskikten tillbaka, och markvegetationen sammansättes av en nästan ren mossmatta. Skogssamhället kan sålunda betecknas som en *Vaccinium*typ som i vissa fall övergår i ren *Hylocomium*typ, där ljustillgången är mindre än normalt. Inom glesare fläckar i bestånden ha merendels ljung och renlavar i ej ringa utsträckning förträngt bärrisen och mossorna. Samtidigt pläga de befintliga träden förete ett mindre växtligt utseende än vanligt. Växtsamhället i de glesa fläckarna närmar sig sålunda de lavrika tallskogarna (se nedan); det synes här försiggå en hede-generation (jfr WRETTLIND, 1931).



Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml.

O. TAMM, foto 1935.

Fig. 3. Lavrik tallskog å sand. Svedmon, Hökensås. Tallen har en smalkronig, vacker typ.

Flechtenreicher Kiefernwald auf Sandboden, Svedmon, Hökensås. Der Typus der Kiefer ist schön, mit schmaler Krone.

Tab. 2. Resultat av provytundersökningar.

*Vaccinium*-typ.

Resultate von Probeflächenuntersuchungen.

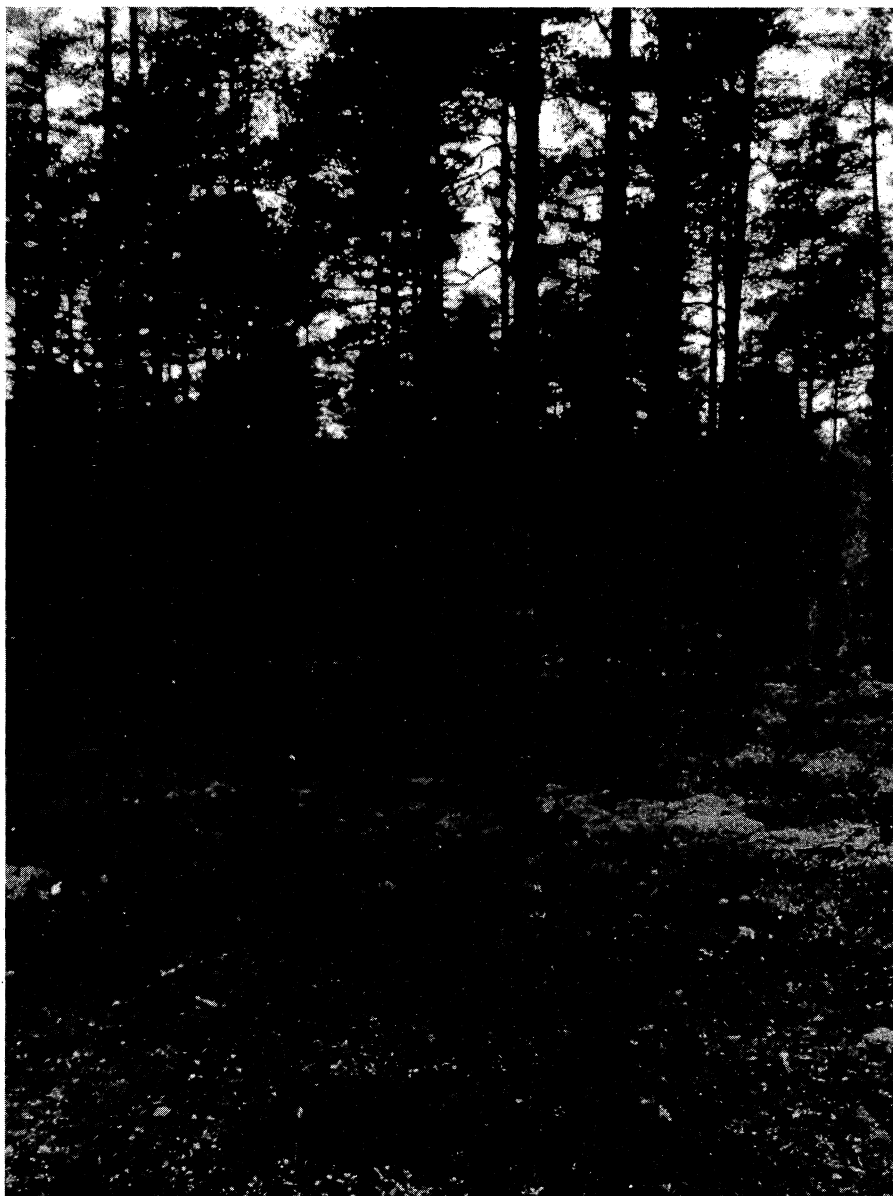
*Vaccinium*-Typus.

	1. Mölna	2. Haboskogen
Beståndsalder.....	94 år	103 år
Alter des Bestandes.....		
Stamantal, tall.....	552	584
Stammzahl, Kiefer.....		
Stamantal, gran.....	138	—
Stammzahl, Fichte.....		
Medelstammens diameter, tall.....	17,8	20,0
Durchmesser des Mittelstammes, Kiefer.....		
Medelstammens höjd, tall.....	15,0	14,9
Höhe des Mittelstammes, Kiefer.....		
Kubikmassa på bark, tall.....	107	137
Kubikmasse mit Rinde, Kiefer.....		
Kubikmassa på bark, gran.....	17	—
Kubikmasse mit Rinde, Fichte.....		

Tvenne tillfälliga provytor i tallskog av *Vaccinium*typ inom undersökningsområdet ha upprättats, den ena vid Mölna försöksfält (se fig. 2) av jägmästare E. ÖSTLIN, den andra å kronoparken Haboskogen N om Hornsjön av jägmästare H. STAHR. Tabell 2 ger några data från dessa provytor, vilka belysa tallskogens utveckling å typiska sandmarker inom området. Provytan nr 1 från Mölna är att anse som mycket typisk, medan nr 2 snarast är en minusvariant med hänsyn till skogens växt. Boniteten torde ligga omkring 5 enligt JONSONS system.

2. Lavrika tallskogar (tallhedar). Lavrika tallskogar förekomma i stor utsträckning på Hökensås, t. ex. å Svedmon. De ha ett bottenkikt huvudsakligen bildat av renlavar (*Cladina rangiferina*, *C. silvatica* och *C. alpestris*) med tunnsådda mossfläckar, huvudsakligen av *Hylocomium parietinum*. Fältskiktet består mest av ljung, lingonris och blåbärsris (se fig. 3). Från norrländska tallhedar skilja de sig i ett viktigt avseende: de sakna alldeles eller nästan alldeles de talldvärgplantor, som i Norrland äro så allmänna och som i viss utsträckning kunna växa upp efter en kalavverkning. Tallen har ofta en påfallande smalkronig, nordisk typ. Inom det undersökta området sydligare, regnrikare delar finnas i allmänhet ej lika lavrika typer men däremot stundom starkt ljungrika varianter. Dessa hedartade skogar synas i allmänhet ha lägre produktionsförmåga än de mossrika skogarna.

3. Övergångsskogar. Vanligare än de typiska lavtallhedarna äro tallskogar, i vilka mossor och renlavar ingå i ungefär lika mängd i markvegetationens bottenkikt, medan ljungen och bärrisen tillsammans bilda fältskiktet (se fig. 4). Dessa skogar kunna i alla avseenden sägas vara övergån-



Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml.

O. TAMM, foto 1935.

Fig. 4. Tallskog med både mossor och lavar. Övergångstyp mellan *Vaccinium*skog och lavrik skog. Nära Dala, s. om krp. Haboskogen, Hökensås sydliga del. I förgrunden har råhumustäcket bortskaffats, vilket stundom händer i dessa skogar i närheten av landsvägarna.

Kiefernwald mit gemischter moosreicher und flechtenreicher Bodenvegetation. Im Vordergrund Streuentnahme. S. von Haboskogen, Hökensås.

gar mellan *Vaccinium*skogarna och de lavrika tallskogarna och stå än närmare de förra, än de senare. Deras produktionsförmåga synes vara svagare än *Vaccinium*skogarnas. Huruvida den är högre eller lika med de lavrika tallskogarnas är däremot svårare att bedöma. De förekomma i stor utsträckning på sandmoarna å Hökensås.

Alla de nämnda skogssamhällena äro vanligen praktiskt taget fria från lövträd. Någon gång träffar man enstaka björkar i dem. På sådana lokaler, där bevattning genom silande grundvatten förekommer, uppträda björk och klibbal mera allmänt. Där grundvattennivån i sådana fall ligger relativt nära markytan tillkomma dessutom åtskilliga fuktighetsälskande växter, även örter, i markvegetationen. Också träffar man från den rådande typen avvikande skogar å dränerade torvmarker, som här och där förefinnas.

Föryngringsbetingelserna äro i allmänhet ganska goda inom de mossrika skogarna, om tillräckligt stora föryngringsytor upptagas. Stora arealer med lyckade skogskulturer i många olika åldrar förefinnas sålunda, och man kan även träffa på någorlunda god självföryngring under glesa skärmställningar. Inom åsgropar och svackor, som här och var förekomma på grus- och sandmoarna, särskilt inom Hökensåsområdet, föreligga som så ofta i liknande fall betydande föryngringssvårigheter. Dessa måste tillskrivas meteorologiska orsaker (se HESSELMAN 1936). I de mera lavrika skogstyperna äro föryngringsbetingelserna allmänt betydligt sämre än i de mossrika. På kalhyggen och i större luckor händer det ej sällan att tallkulturer stanna av i växten vid en ålder av ett tiotal år. De mest lavrika skogarna synas överlag vara verkligt svårföryngrade, och fall finnas, där kulturer inom kalhuggna, lavrika beståndsfläckar utvecklas mycket dåligt redan från början (se TAMM 1936).

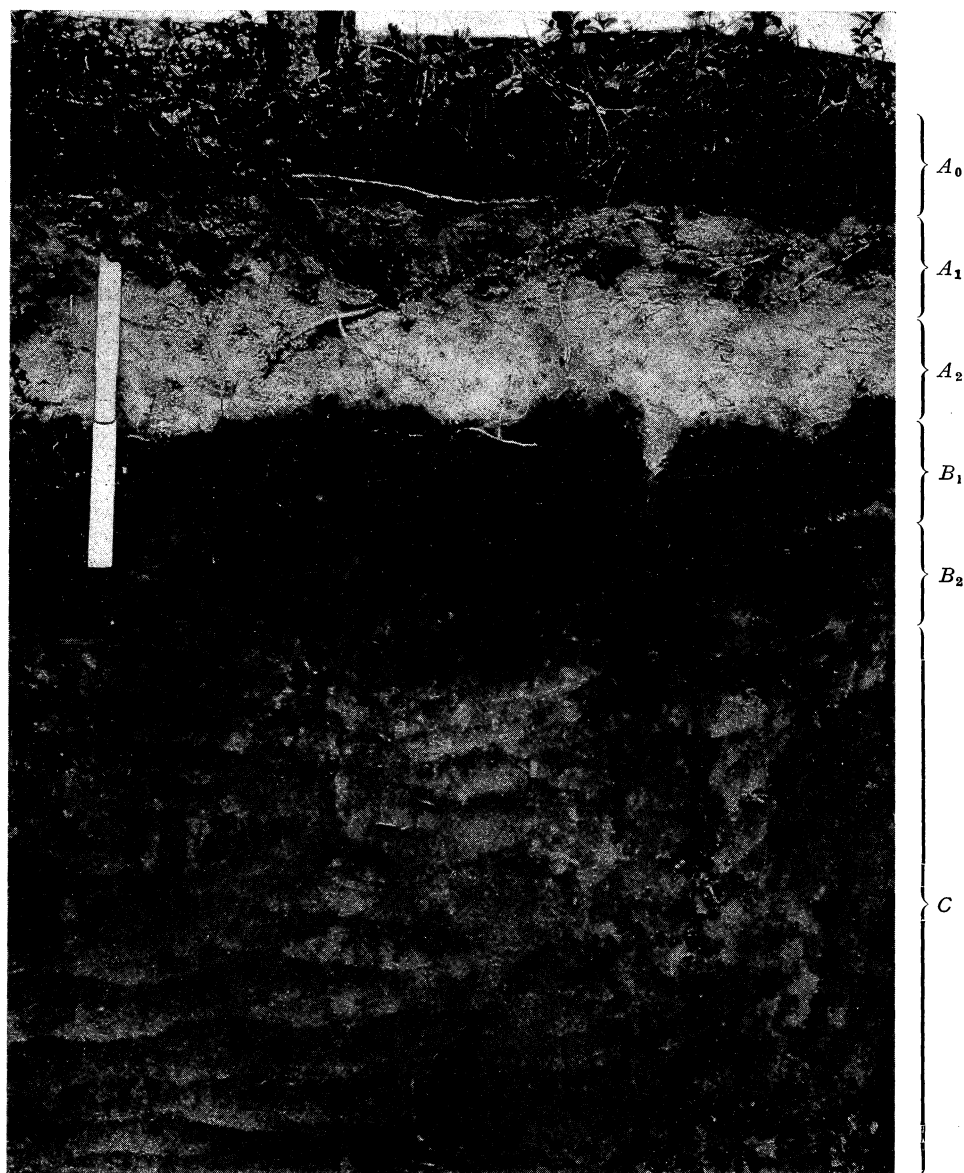
Gemensamt för både de mossrika skogarna i området och de mer eller mindre lavrika synes vara, att de ej tåla vid långvarig utglesning. Föryngring har nämligen svårt att taga sig upp i luckorna, vilkas råhumustäcken därför på grund av utebliven förnatillförsel hemfalla till degeneration (jfr TAMM 1936). Härvid måste dock bortses från de särskilt goda bestånd, som växa på speciella lokaler (jfr ovan), ty dessa bestånd visa stundom bättre föryngring i uppkomna luckor.

#### KAP. IV. JORDMÅNSTYPER.

För studium av jordmånstyperna har jag granskat omkring 300 markprofiler, spridda över hela området, dock med koncentration på Mölnafältet och kronoparken Haboskogen, där detaljundersökningar utfördes.

Sandterrängerna på Hökensås äro som ovan berörts kända för sina kraftigt utbildade blekjords- och ortstenslager. Som exempel på en typisk ortstens-





Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml.

O. TAMM, foto 1934.

Skala: 0 10 20 30 40 50 cm

Fig. 5. Typisk podsolfprofil på sand å Hökensås. Krp. Haboskogen invid Tidaholmsvägen. *A*<sub>0</sub>: råhumus. *A*<sub>1</sub>: svagt humusblandad blekjord. *A*<sub>2</sub>: humusfattig blekjord. *B*<sub>1</sub>: hård, mörkt rostbrun skenhälla (ortsten). *B*<sub>2</sub>: ljusare färgad rostjord. *C*: sand (delvis grovmo). Skenhällan är på en punkt lös. Man ser här rester av en genombrytande rot. Typisches Podsolprofil auf Sand, Hökensås. *A*<sub>0</sub>: Rohhumus. *A*<sub>1</sub>: schwach humoser Bleichsand. *A*<sub>2</sub>: humusarmer Bleichsand. *B*<sub>1</sub>: dunkler, rostbrauner Ortstein. *B*<sub>2</sub>: rostgefärbte Orterde. *C*: Sand. An einem Punkt ist die Ortsteinschicht locker. Man sieht die Reste einer Tiefwurzel.

profil må här beskrivas en sådan från kronoparken Haboskogen intill stora landsvägen mot Tidaholm (se fig. 5.). Skogen utgöres av en 40-årig tallkultur med inslag av invandrad, understående gran (se fig. 6.). Skogssamhället är en *Vaccinium*typ, där lingonriset dominerar, medan blåbärsriset är tunnsått. F. ö. antecknades i fältskiktet: *Calluna vulgaris* (tunnsådd), *Deschampsia flexuosa* (tunns.), *Melampyrum silvestre* (tunns.), *Chamænerium angustifolium* (tunns.), *Sorbus aucuparia*, plantor (enstaka). Bottenskiktet utgjordes nästan helt av *Hylocomium parietinum* med obetydligt inslag av *H. proliferum* och *Dicranum undulatum*.

Humustäcket är en typisk råhumus av 6—7 cm:s mäktighet, varav 2—3 cm utgöres av förmultningsskikt och resten (det understa) av humusämnesskikt, som kännetecknas av de i råhumus vanliga, citrongula svampmycelen.

Blekjorden är synnerligen skarpt utpräglad och har mycket likformig mäktighet, som i medeltal av 10 mätningar är 17,9 cm (minsta värde 15, högsta 20 cm). På en punkt bildar blekjorden en spetsig fördjupning, tydligen har här funnits en gammal rotkanal ned genom den underlagrande ortstenen. Lämningar av en grov, nedåtgående rot i anslutning till den nämnda punkten synas å bilden. Den övre delen av blekjorden, ca 7 cm, är något gråaktig på grund av humusinblandning, det undre lagret är ljusare, nästan vitt och humusfattigare.

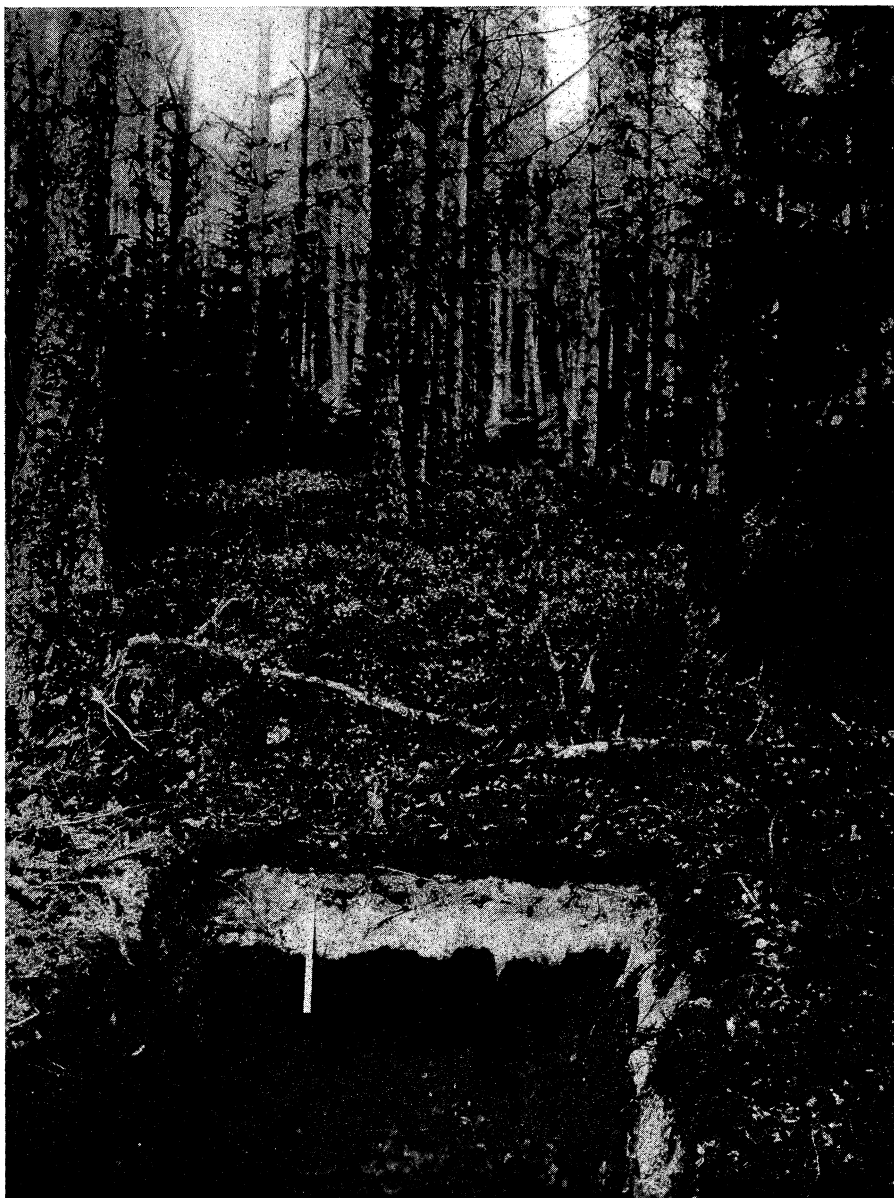
Anrikningsslagret är överst utbildat som ett mörkt rostbrunt, hårt ortstenslager eller s. k. skenhälla<sup>1</sup> av ganska varierande mäktighet, 5—10 cm. På vissa punkter är lagret löst och utgöres alltså av rostjord i stället för skenhälla. Denna tillhör den typ, som jag tidigare (TAMM 1920 s. 65) har benämnt autokton. Närmast under skenhällan kommer ett betydligt ljusare rostfärgat lager, delvis något brunflamligt. Detta är mycket lösare, alltså en rostjord, men innehåller dock förhårdnade partier. Lagret ljusnar nedåt, det är 15—18 cm mäktigt med oskarp undre gräns.

Underlaget är en mellansand, som vid 90—100 cm under markytan övergår i ett något finkornigare lager: grovmo.

Trädrötterna förgrena sig i humustäcket och blekjorden. Skenhällan synes utgöra ett hinder för deras nedträngande. Där den saknas, tränga emellertid rötterna igenom (se fig. 5) och söka sig ned till det ovan nämnda grovmolagret och förgrena sig där.

På grund av anrikningsskiktets mörkbruna färg och därmed sammanhängande höga halt av utfällda humusämnen bör jordmånstypen knappast benämnas järnpodsol utan snarare järnhumuspodsol. Från norra Sverige har jag (TAMM 1931 s. 198) beskrivit järnhumuspodsol, vilka där alltid

<sup>1</sup> ROMELL (1922, s. 209) har föreslagit att upptaga det norrländska folknamnet på ortsten, skenhälla, som term i stället för ortsten, som är en direkt försvenskning av tyskans »Ortstein». Jag ansluter mig till ROMELLS förslag, varigenom även förväxlingar med orsten undvikas.



Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml.

O. TAMM, foto 1934.

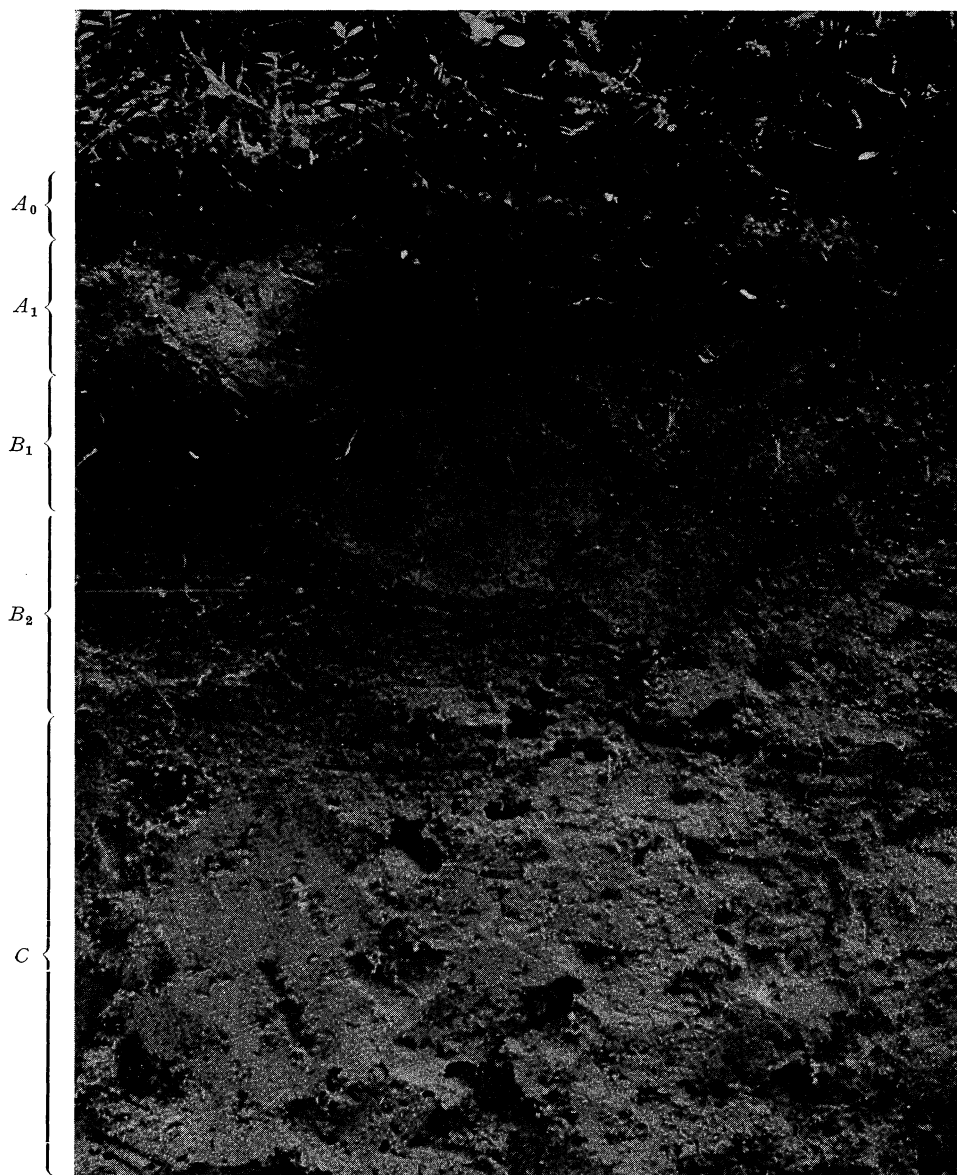
Fig. 6. Kulturtallskog med något gran. *Vaccinium*typ. Markprofil med skenhålla (ortsten), samma profil som å fig. 5.  
Kiefernkultur, *Vaccinium*-Typus. Dasselbe Bodenprofil wie in Abbildung 5.

utbildats i samband med ett relativt högt grundvattenstånd i marken. Så är emellertid ingalunda fallet med den nu beskrivna profilen, som befinner sig på en mäktig och väl dränerad sandavlagring. Många podsolprofiler på väl-dränerad mark i Sydsverige och Danmark utmärka sig för kraftig humusanrikning och mörk färg, utan att detta har något med av grundvatten orsakad hög markfuktighet att skaffa. Saken måste bero på att det varmare klimatet orsakar en relativt hög produktion av humusämnen, som föranleder kraftig avsättning av sådana i anrikningsskiktet, medan i övre Norrland en dylik hög produktion endast kommer till stånd å fuktig mark med mer eller mindre torvartat humustäcke under en markvegetation med inblandning av vitmossor och andra av ett relativt högt grundvattenstånd betingade, fuktighetsälskande växter.

Järnhumuspodsolprofilen får sålunda i Sydsverige ingalunda ensamt användas som en indikator på fuktig mark. Här föreligger en av de många olikheter, som finnas mellan jordmänsbildningen under Nordsveriges och Sydsveriges klimat.

Den ovan beskrivna podsolprofilen synes vara någorlunda typisk för sandavlagringarna å Hökensås f. o. m. dess norra del ända till området omkring Habo kyrka, där jag vid Tuvebo (ca 3 km S om kyrkan) iakttagit liknande profiler. Skenhällan förekommer dock ej överallt, ibland saknas den alldeles, medan profilen i övrigt är överensstämmande och alltså har mäktig blekjord. Inom ett synnerligen svagväxande tallbestånd inom den del av kronoparken Haboskogen, som ligger norr om Hornsjön, undersökte jag sålunda 20 profiler, av vilka blott fem ägde skenhälla. Blekjordens mäktighet varierade mellan 9 och 22 cm. Den var i medeltal 14 cm, således något lägre än i den ovan beskrivna profilen. Blekjorden är sålunda av olika medelmäktighet, som dock allmänt är betydande. Sandområdet på Hökensås uppvisar den starkaste podsolering som jag hittills iakttagit på plan mark i Sverige, bortsett från vissa fall där lokala vattenflöden från torvmarker förorsakat stark podsolering i dessas omgivningar. Där ortstenslager förefinnas, äga de alltid liksom i ovan beskrivna profil svaga punkter, där lagret är löst och kan genomsläppa trädens rötter.

Den södra delen av det undersökta sandområdet har en podsolprofil av annat utseende. Som exempel skall här beskrivas en typisk profil från Axamo (se fig. 7). Vegetation: Tallskog av *Vaccinium*typ med blåbärsris, lingonris, något ljung samt ett bottensskikt huvudsakligen av *Hylocomium parietinum* med något *Dicranum undulatum* och *Hylocomium proliferum*. Råhumustäcket är 5—6 cm, blekjorden i allmänhet 3—4 cm, men ofta något mer eller mindre. Rostjorden består överst av ett c:a 5 cm mäktigt, mörkt rostbrunt, något flammigt skikt. Härunder ett 20—25 cm mäktigt, ljusare rostfärgat lager, som ljusnar nedåt och diffust övergår i underlaget. Detta är mellansand



Ur Statens Skogsförsöksanstalts saml.

O. TAMM foto 1936

Fig. 7. Podsolprofil å sand, Axamo. Den är ett typiskt exempel på podsolprofilerna i undersökningsområdets södra del. Skala samma som å fig. 5.  $A_0$ : råhumus,  $A_1$ : blekjord,  $B_1$ : tämligen mörk, rostbrun rostjord.  $B_2$ : ljusare, rostfärgad, något brunfläckig rostjord, som nedåt oskarpt övergår i  $C$ : Mellansand.

Podsolprofil auf Sand, Axamo. Massstab wie in Fig. 5. Das Profil ist ganz typisch für den südlichen Teil des Untersuchungsgebietes.  $A_0$ : Rohhumus,  $A_1$ : Bleichsand,  $B_1$ : etwas dunkle, rostbraune Orterde,  $B_2$ : lichter rostgefärbte Orterde,  $C$ : Sand.

med något inblandat grus. Denna podsoltyp skiljer sig från den ovan beskrivna från Haboskogen däri, att blekjorden har mycket mindre mäktighet och att skenhälla saknas. Det finns dock även likheter. Humusanrikningen i rostjordens övre del är betydande och förlämnar skiktet en rätt mörk färg, varför även denna profiltyp något närmar sig en järnhumuspodsol. Anrikningshorisonten (rostjorden) är i det hela i fråga om mäktighet och utbildning ganska lik de Hökensåsprofiler, där skenhälla saknas ehuru anrikningen synes vara mindre intensiv.

Den nu senast beskrivna profilen är karakteristisk för hela den södra delen av undersökningsområdet. Skenhälla saknas nästan alldeles här (bortsett från humuspodsolprofiler i kanten av sumpmarker) eller förekommer blott som obetydliga, förhårdnade klumpar i rostjorden. Blekjorden är allmänt ganska tunn, dess medelmäktighet varierar på olika lokaler från ca 2—3 cm till 7—8 cm utan att någonsin nå de verkligt höga medelmäktigheter, som äro allmänna på Hökensås. Profilerna te sig såsom mindre utvecklade stadier av Hökensåsprofilerna.

I kemiskt-mineralogiskt hänseende utmärka sig podsolprofilerna av såväl den ena som den andra typen inom det undersökta området för att vara starkt vittrade. Detta gäller ej blott blekjorden ( $A_1$ ) utan även anrikningsskiktet (rostjord, resp. skenhälla,  $B$ ), i synnerhet vad beträffar dess övre del ( $B_1$ ). Tabell 3<sup>1</sup> illustrerar detta förhållande med hjälp av funna värden å basmineralindex i olika skikt av ett flertal podsolprofiler. Av dessa tillhöra de från Haboskogen den typ, som har en mycket mäktig blekjord, medan de övriga endast ha en sådan av obetydlig tjocklek. Anrikningsskiktet har i allmänhet uppdelats i en övre del,  $B_1$  och en undre del,  $B_2$ . Den förra ligger närmast under blekjorden, vanligen inom 5 cm, medan den senare ligger djupare, c:a 10—20 cm. Angående basmineralindexmetoden och dess innebörd må hänvisas till en tidigare uppsats av mig (TAMM 1934) samt till det följande, sid. 29, där dessa frågor skola utförligt diskuteras. Här må emellertid framhållas, att de i tab. 3 anförda siffrorna visa, att markprofilens översta del har blivit i hög grad genom vittring utarmad på specifikt tyngre, mera lättvittrande och kalkrika mineral.

Orsaken till de betydande olikheterna mellan podsolprofilerna i undersökningsområdets södra och norra delar kan ej gärna vara av klimatisk natur. Den södra delen har nämligen högre nederbörd och humiditet än den norra och borde därför snarast ha starkare podsolering. Den starka podsoleringen av Hökensåstyp återfinnes f. ö. även på Vätterstranden å sandavlagringarna vid Svedudden, där det gynnsamma och föga humida Vätterklimatet (humiditetstal 32) råder. Som exempel härpå må anföras tvenne profiler å en platå bestående av relativt grov sand, belägen ca 30 m över Vätterns yta, 200 m

<sup>1</sup> Tabell 3 och följande, se tabellbilagan å sid. 49—58.

från dess strand vid Svedudden. Den ena hade ett råhumuslager av 5—6 cm:s och en blekjord av 9—10 cm:s mäktighet. Den andra hade 5 cm:s råhumus och 10—13 cm:s blekjord. I en nära belägen vägskärning observerades 16 cm:s blekjord. Här förefanns även skenhålla.

Enligt min uppfattning måste olikheterna i podsoleringen mellan Hökensåsmarkerna och det undersökta områdets södra del sökas i vegetationsutvecklingen. Intet är emellertid säkert känt om denna. För att tränga vidare här behövs först och främst en kemisk-mineralogisk bearbetning av sydsvenska podsolprofiler i allmänhet. Hittills utförda analyser tyda på att vitt-ringsförhållandena i sydsvenska podsolprofiler äro avvikande jämfört med de nordsvenska. Sålunda visa sig (jfr tab. 3) mineralen i sydsvenska podsolprofilers rostjordar allmänt vara starkt angripna av vittring, vilket yttrar sig däri, att rostjorden har låg basmineralindex. I nordsvenska podsolprofiler brukar däremot basmineralindex ha ungefär samma värde i rostjorden som i underlaget (se TAMM, 1934 a, sid. 243), vilket också bestyrkes av de kemiska analyser å nordsvenska rostjordar, som jag tidigare utfört (TAMM 1920). Till dessa intressanta spörsmål hoppas jag framdeles få återkomma. Vegetationsutvecklingen i det undersökta området skulle kunna studeras genom pollenanalytiska studier i de här och var förekommande torvmossarna. Efter genomförandet av dylika undersökningar skulle möjligen olikheterna i podsolering mellan Hökensås och Lagadalen kunna närmare diskuteras.

I Norrland spelar markens av det geologiska underlaget bestämda fuktighetstillstånd en stor roll för podsoleringens intensitet. Även å det undersökta området kan man spåra ett liknande inflytande, ty å försöksfältet vid Mölna är blekjorden genomsnittligt något tunnare, där sanden är grövre, och mäktigare, där den är något finare. Markens av det geologiska underlaget bestämda fuktighetsgrad kan dock ej vara den allmänna orsaken till den ovanligt starka podsoleringen å Hökensås, ty många marker med mäktig blekjord därstädes bestå av relativt grov sand och ha djupt liggande grundvattennivå. Likaså är förhållandet vid Svedudden, där dessutom nederbörden är särdeles låg jämfört med Lagadalen.

Av det ovan sagda följer, att man i Södra Sverige ej utan vidare kan använda podsoleringsgraden för bedömning av markens fuktighetstillstånd, d. v. s. dess s. k. fuktighetstyp. Detta gäller desto mer, som i många fall den aktuella podsoleringsgraden i sydsvenska marker är en funktion av den tidsperiod, som har förflutit, sedan en brunjord började övergå till en järnpodsol. Visserligen äger denna sak sannolikt föga tillämpning just inom mitt här behandlade undersökningsområde, vars podsolprofiler, utom i undantagsfall, sakna alla drag, som antyda, att de skulle kunna ha utvecklat sig ur brunjordar. Men om man betraktar Sydsverige i dess helhet, äro mer eller

mindre starkt podsolerade brunjordar synnerligen vanliga, vilket torde bero på att vidsträckta arealer varit bevuxna med lövskog eller lövängsvegetation men numera överförts till barrskog.<sup>1</sup>

I södra Sverige kan således podsoleringsgraden (blekjordens genomsnittliga mäktighet) ofta ej användas såsom indikator på markens fuktighetstillstånd, vilket däremot inom vissa gränser är möjligt i övre Norrland (TAMM 1931, s. 319—322. Jfr dock även WRETTLIND 1934, s. 335—336).

## KAP. V. OM ORSAKEN TILL DEN SVAGA SKOGS- VÄXTEN INOM DET UNDERSÖKTA OMRÅDET: JORDMÅNSTYPENS BETYDELSE.

Det är alldeles uppenbart, att orsaken till det undersökta områdets relativt svaga skogsväxt ej kan vara av klimatisk natur. Utmärkt växtlig skog finnes ju här och var på goda marker inom området och klimatet kan dessutom ingalunda sägas vara sämre där än å andra relativt högt belägna delar av Sydsverige. Ej heller kan orsaken gärna vara någon rasegenskap hos tallen. Den måste fastmera sökas i marken. Därvid har man att tänka på dels själva jordmånstypen med dess olika skikt, av vilka skenhällan (ortstenen) på Hökensås tidigare satts i samband med skogsmarkens mindre goda tillstånd, dels själva det geologiska underlaget.

**Skenhällans (ortstenens) betydelse.** Som bekant har man tillskrivit ortstenen en viktig roll som orsak till svårigheterna att få upp skog på Jyl-

<sup>1</sup> Här må påpekas, att man i s. Sverige allmänt träffar podsolprofiler med tydligt utbildad råhumus och blekjord, som hava en brun B-horisont (d. v. s. rostjord eller anrikningsskikt), vilken med hänsyn till mäktighet och färg starkt erinrar om en brunjord. Inom vissa mineralogiskt karga områden, såsom det i denna uppsats beskrivna, saknar däremot podsolprofilen sådana brunjordsartade drag. Enligt min uppfattning har den förra varianten, den brunjordsartade podsolen, uppstått därigenom att podsolprocessen kommit igång på en gammal brunjord. Profilen har därför ärvt vissa brunjordsliknande drag, vilka speciellt göra sig gällande i anrikningslagret.

På senaste tid har den brunjordsartade podsolen beskrivits av AALTONEN (1935, s. 75—76) från södra Finland. Han benämner typen i fråga »Braunpodsol» och anser den vara en självständig podsolvariant. Tills vidare fasthåller jag emellertid vid min tolkning, som jag är böjd att anse gällande även för södra Finland. Det är emellertid uppenbart, att svagt podsolerad brunjord eller »Braunpodsol» är en mycket allmän jordmånstyp ej blott i s. Sveriges och s. Finlands utan även i Mellaneuropas skogar. Jag har småningom kommit till den uppfattningen, att vissa former av barrskogsbruk (med trakt-hyggen, på vilka gräs och lövträd invandra) endast kunna åstadkomma en helt svag podsolering på de gamla brunjordarna. Den svagt podsolerade brunjorden ter sig därför i många fall som en stabil profiltyp. Huru nu härmed förhåller sig må besvaras av framtida undersökningar. Det råder emellertid intet tvivel om att den normala brunjorden under vissa förhållanden förvandlas till en podsolprofil i samband med mulltillståndets övergång till ett råhumustillstånd på det sätt som redan P. E. MÜLLER så utomordentligt beskrivit (MÜLLER 1887), och att det därvid just uppkommer en markprofil, överensstämmande med den ovan omtalade.



lands ljunghedar. Det var då naturligt, att man tidigare satte de föryngrings-svårigheter, som förekomma å sandmarkerna på Hökensås, i förbindelse med den utpräglade och lätt märkbara skenhällan därstädes. Vid undersökning av profiler i ortstensmarkerna å Hökensås visar det sig också som nämnts, att trädrötterna endast förmå genomtränga skenhällan på vissa punkter, där densamma är relativt lös och obetydligt förhårdnad. Men sådana punkter finnas strödda litet varstans. Jag har undersökt rotsystemen på några tallar, som växte på den mest utpräglade skenhälla. Dessa hade alla hittat någon punkt, där de kunnat tränga igenom det hårda lagret. Å andra sidan är det uppenbart, att skenhällan i många fall deformerar tallarnas rotsystem och tvingar detsamma att till stor del förgrena sig i den mineralogiskt mycket fattiga blekjorden, där ej mycket näring finnes att hämta. HESSELMAN (1915, s. 115) har beskrivit detta fall just från Hökensås.

Emellertid förekomma flere av de allra svagaste och mest hedartade bestånden inom Hökensåsområdet, t. ex. å kronoparken Haboskogen och å Svedmon, på mark som saknar skenhälla eller äger sådan blott på strödda punkter. Hela den södra hälften av undersökningsområdet saknar ju också så gott som helt skenhälla. Icke heller äro föryngringssvårigheterna lokaliserade till enbart sådana marker, som kännetecknas av skenhälla, medan det däremot råder ett tydligt samband mellan föryngringssvårigheterna och skogstypens hedartade beskaffenhet.

Skenhällan i sandavlagringarna på Hökensås får alltså, såsom HESSELMAN framhållit, anses vara en skadlig faktor för tallen, eftersom den i flera fall deformerar dennas rotsystem. Den kan emellertid omöjligen vara den allmänna naturfaktor, som förorsakar den relativt svaga skogsväxten i området. Ej heller kan den vara huvudorsaken till de föryngringssvårigheter, som ganska allmänt förefinnas i de lavrikaste skogarna.

**Blekjordens betydelse.** Inom Hökensåsområdet är blekjorden, som ovan framhållits, ovanligt mäktig. Den är ett lager, från vilket en stor del av de för skogen värdefulla mineralen har försvunnit genom vittring och urlakning. En mäktig blekjord måste därför vara en negativt verkande faktor för skogsväxten, och eftersom den är betydligt mer allmänt förekommande än skenhällan, ter det sig sannolikare att tillskriva blekjorden än skenhällan en del i det allmänt svaga produktionstillstånd, som utmärker markerna på Hökensås.

Emellertid finnas på Hökensås även bättre bestånd på mark med mäktig blekjord. Det råder alldeles intet samband mellan förekomsten av de mest hedartade och svagproducerande skogstyperna och befintligheten av särskilt mäktig blekjord. Den mäktiga blekjorden kan därför ej gärna vara den bestämmande faktorn i marken.

Denna slutsats gäller i ännu mycket högre grad den södra delen av mitt undersökningsområde. Där är blekjordens mäktighet i genomsnitt rätt obetydlig och överträffar alls ej blekjorden i många trakter med synnerligen växtlig tall. Tallskogarna på sandavlagringarna i Malingsbodalen växa på mark med en blekjord, som mycket liknar blekjorden i Lagadalen. Många analoga exempel kunna hämtas från andra områden. Förekomsten av en blekjord är således i och för sig alls icke något hinder för att marken kan uppvisa mycket hög produktionsförmåga, särskilt när det gäller tallskog.

Det är sålunda omöjligt att tillskriva förekomsten av blekjord rollen som allmän grundorsak till den svaga skogsväxten inom hela undersökningsområdet, även om den ovanligt utpräglade blekjorden på Hökensås troligen har sin betydelse för de tallskogar, som där förekomma.

**Humustäckets betydelse.** Ett synnerligen viktigt element i markprofilen är humustäcket. Detta är å de undersökta markerna städse utbildat som en typisk råhumus, ehuru av något växlande mäktighet. Kan man nu förklara det relativt svaga skogstillståndet såsom en följd av råhumustäckets egenskaper?

Ett råhumustäcke kan antingen vara i gynnsamt (aktivt) tillstånd, vilket innebär, att det tämligen hastigt omvandlas (mognar) å kalhyggen, varefter marken blir mera emottaglig för frön, och plantor växa väl (se HESSELMAN 1917, s. 980 o. följande). Parallellt därmed infinner sig småningom en nitratälskande vegetation: *Chamaenerium* (el. *Epilobium*) *angustifolium*, hallonris m. fl. växter. Men ett råhumustäcke kan också vara inaktivt, vilket innebär att det icke omvandlas i ett för markens föryngring gynnsamt tillstånd, varför trädplantor hava svårt att taga sig upp och synas befinna sig i ett hungerstadium. Nitratplantor infinna sig icke eller i mycket obetydlig utsträckning efter kalhuggning på sådan mark, i stället pläga ljung och renlav taga överhanden (vilket i och för sig dock ej behöver vara något bevis för humustäckets inaktivitet, som säkrare ådagalägges av de unga trädplantornas samtidigt dåliga tillstånd).

Vid granskning av skogarna i det undersökta området finner man, att i allmänhet humustillståndet är ganska gott i de någorlunda slutna bestånden av mossrik typ. Dessa marker äro lättföryngrade, nitratväxter invandra på hyggen. Ingående studier över föryngring å kalhyggen på sådana marker ha av mig utförts å försöksfältet å Mölna (jfr TAMM 1936) och skola snart i detalj framläggas. Det är intet tvivel om, att detta fält är representativt för mycket stora arealer av det undersökta området, där skogen hör till *Vaccinium*typen.

Å andra sidan förekomma såväl små fläckar som större ytor med svår-föryngrad mark, där tydligt råhumustäcket befinner sig i inaktivt tillstånd.

Sådana fläckar ha även i detalj undersökts å Mölnafältet; de allra svagaste, hedartade tallskogarna å Hökensås synas också ha ett inaktivt humustillstånd. De inaktiva råhumustäckena (d. v. s. svårföryngrade marker) synas uteslutande vara att finna inom mycket glesa bestånd eller beståndsfleckar.

Av allt att döma, äro de föryngringssvårigheter, som förefinnas i de hedartade bestånden eller beståndsfleckarna, orsakade av humustäckets beskaffenhet. Härvid bortses dock från de speciella föryngringssvårigheter, som finnas i åsgroparna (jfr sid. 12). Det är också synnerligen troligt, att det relativt inaktiva humustäcket i de hedartade skogarna något nedsätter de äldre trädens tillväxt. Däremot är det knappast möjligt, att den allmänna grundorsaken till hela det undersökta områdets svaga produktionsförmåga ligger i humustäcket.

Humustäckets beskaffenhet kan nämligen i de södra och mellersta delarna av vårt land anses vara en funktion av å ena sidan förnamaterialets sammansättning, som i sin tur till stor del beror på trädslagen och slutenheten, å andra sidan av samma primära faktorer, som möjliggöra beståndets utveckling. I vårt lands nordliga delar tillkommer dessutom en synnerligen viktig tidsfaktor, ty humustillståndets inställning efter de primära faktorerna går där mycket långsamt på grund av de kemiska processernas ringa hastighet i det kalla klimatet. I övre Norrland kan därför ett allmänt svagt skogstillstånd i en större trakt, t. ex. ett stort område med gammal granskog, till betydande del tänkas vara orsakat av humustillståndet, som i sin tur beror av den tidigare vegetationsutvecklingen. I södra Sverige med dess gynnsammare klimat kan så däremot knappast vara fallet, om ej skogarna överallt i området blivit utsatta för långvarig utglesning.

En stor del av skogarna i mitt undersökningsområde ha nöjaktig slutenhet och mossrik markvegetation. I dessa skogar bör humustäcket ha ställt in sig efter de primära faktorerna och vara just i så gott tillstånd, som svarar mot förnamaterialets beskaffenhet. Funnes en allmän björkinblandning skulle det sannolikt vara något bättre än nu och troligen skulle då barrträden vara något växtligare. Humustäcket är sålunda en sekundär bildning och kan därför i och för sig ej gärna vara en bestämmande orsak till skogsväxten, utom i de fall, som ovan berörts.

Det är således otänkbart, att den allmänna grundorsaken till det undersökta områdets svaga produktionsförmåga ligger i humustäcket.

## KAP. VI. OM ORSAKEN TILL DEN SVAGA SKOGS- VÄXTEN: DET GEOLOGISKA UNDERLAGETS BETYDELSE.

Det geologiska underlaget uppfattas här i en vid bemärkelse, nämligen dels, såsom namnet lyder, såsom det verkliga underlaget till själva jordmånen (d. v. s. humustäcket, blekjorden och rostjorden, resp. ortstenen), men också såsom substratet för de jordmånsbildande processerna. Det är sålunda underlaget, som bestämmer även jordmånslagrets mineralogiska prägel, i den mån det gäller primära, ursprungligen från berggrunden härrörande markmineral. Dessa äro underkastade vittringsprocesser, dels inom själva jordmånslagret, dels i underlaget, och dessa processers produktion av lösliga ämnen är sålunda en funktion av underlagets ursprungliga, mineralogiska beskaffenhet. När man såsom i föreliggande fall önskar betrakta just produktionen av lösliga närsalter inom marken i dess helhet, är det sålunda underlagets mineralogiska karaktär, som man måste utgå ifrån, även om man också tar stor hänsyn till vittringsprocesserna i själva jordmånslagret. Detta betraktelsesätt förutsätter, att jordmånslagret verkligen är utbildat på samma substrat, som utgöres av underlaget, och att detta senare således ej från början varit täckt av någon annan geologisk bildning av ringa mäktighet, av vilken jordmånslagret uppstått. Denna förutsättning är emellertid oftast giltig i det undersökta området.

Den geologiska avlagring, som bildar jordmånens underlag och podsole-ringens substrat, påverkar skogens produktion på i huvudsak tvenne olika vägar. Å ena sidan inverkar den genom sin vattenkvarhållande, resp. vatten-genomsläppande förmåga på markens fuktighetstillstånd, å andra sidan levererar den genom mineralens vittring det årliga tillskott av vissa närings-ämnen, som behöves för att ersätta förlusterna genom urlakning och bort-tagna virkesskördar. Det är således fråga om dels den mekanisk-fysikaliska beskaffenheten i samband med markens fuktighetsfråga, dels den mine-ralogiska sammansättningen i samband med skogens näringsproblem.

### Fuktighetsfrågan.

Mäktiga sandavlagringar med lågt liggande grundvattenstånd bliva i många delar av vårt land särdeles torra marker på grund av sandens ringa vattenhållande förmåga. Särskilt påfallande är detta i Norrland, där dylika sand- och grusavlagringar (som ofta hava en gynnsam mineralogisk samman-sättning) pläga kännetecknas av skarpa tallhedar med mycket tunt humus-täcke och mycket svag podsolering, i vilka granen blott med yttersta svårig-het förmår intränga. I mellersta och södra Sverige äro dylika tallhedar

långt sällsyntare, vilket troligen beror dels på meteorologiska orsaker, dels på andra. I Norrland avrinner sålunda en betydande del av årsnederbörden hastigt som snösmältningsvatten om våren (jfr WRETJÖ, 1931 s. 265), medan i den södra delen av landet markens bevattning blir mera jämnt fördelad. I de södra delarna av landet har vidare jordmånsbildningen och särskilt vittringen fortgått längre tid och hunnit anrika marken mera på kolloider och andra vattenkvarhållande finbeståndsdelar än i de norra.

Det är emellertid många företeelser, som direkt visa, att det icke kan vara fuktighetsfaktorn, som är den avgörande för skogsväxten inom det undersökta området. Flerstädes, t. ex. å Mölna försöksfält såväl som i dess omgivningar, förekomma i markvegetationen ganska fuktighetsälskande florelement här och var insprängda. Bland dem må nämnas *Vaccinium uliginosum*, *Carex Goodenowii*, *Juncus effusus*, *Eriophorum vaginatum*. Stora delar av terrängen har också grundvattennivån inom cirka 2 m:s djup och tallrötterna tränga faktiskt ned till denna. Humustäcket är genomgående, även i lavrika fläckar, betydligt mäktigare än i de norrländska tallhedarna på mäktiga sandavlagringar, och podsoleringen är betydligt starkare än i dessa. Samtliga dessa företeelser vittna om, att det ej kan vara någon större vattenbrist i marken på Mölna försöksfält. Detsamma gäller området i övrigt, även om marken på flere fall kan vara något torrare än å Mölnafältet. Den starka podsoleringen på Hökensås, som vanligen är förbunden med ett humustäcke av avsevärd mäktighet och som förekommer både i mossrika skogar och tallhedar, är sålunda svår att förena med en mycket ringa markfuktighet (jfr TAMM 1931). Visserligen kan, såsom ovan framhållits, i södra Sverige en ringa blekjordsmäktighet ej alltid betraktas som ett tecken på en genomsnittligt låg markfuktighet, men en osedvanligt stor blekjordsmäktighet måste å andra sidan anses visa, att den genomsnittliga markfuktigheten är ganska betydande.

Om det vore fuktighetsfaktorn, som vore den avgörande, borde vidare det allmänna skogstillståndet vara bättre inom områdets nederbördsrikare delar än inom dess nederbördsfattigare. Det är också bättre i Lagadalen än flerstädes å Hökensåsmarkerna, vilket skulle kunna tagas till intäkt för en sådan uppfattning. Men om man jämför trakterna omkring Mölnafältet eller Eckersholm och Flahult å ena sidan med det betydligt nederbördsrikare området Skillingaryd—Värnamo eller omgivningarna av Dumme mosse (Axamo) å andra sidan, förefinnes ej någon märkbar skillnad. Ryggar av rullstensgrus, som äro vanliga t. ex. i Hökensåsområdet, borde vidare vara särskilt torra; dock är skogen genomgående växtligare på dem än å de omgivande sandfälten, vilka borde vara mindre torra till följd av avrinningsförhållanden. Till jämförelse må framhållas, att i den ganska nederbördsfattiga Stockholms-trakten är tallskogen oftast betydligt svagare på åsryggar än på omgivande, lägre sandfält.

Ett exempel, som visar, att fuktighetsfaktorn ej är den dominerande, som betingar den relativt långsamma skogsväxten, må anföras från Axamoskogen nära Dumme mosse.

Ett stort, likåldrigt och likformigt tallbestånd av *Vaccinium*typ, av det för undersökningsområdet karakteristiska, relativt långsamt växande slaget, förefinnes på en nästan alldeles jämn, ytterst svagt lutande sandterräng, där grundvattenståndet i anslutning till nivåförhållandena växlar mellan 2,55 och 1 m (och ännu mindre nära intill Dumme mosse, allt den 10.8.1936).

Å en liten provyta antecknades följande markväxter: *Vaccinium myrtillus* riklig, *Vaccinium vitis idæa* strödd, *Calluna vulgaris* strödd, *Empetrum nigrum* strödd, *Vaccinium uliginosum* tunnsådd, *Deschampsia flexuosa* tunnsådd, *Melampyrum pratense* tunnsådd. Bottenskiktet bestod av *Hylocomium parietinum* ymnig, *Hylocomium proliferum* strödd, *Dicranum undulatum* strödd. Råhumustäcket var 5—7 cm varav 2 cm förmultningsskikt och resten humusämnesskikt. Blekjorden är 2—4 cm mäktig och i övrigt av normal beskaffenhet (jfr sid. 17). B-horisonten består överst av en ganska humusrik, chokladbrun zon, 2—5 cm, härunder av rostfärgad sand, 20—30 cm. Profilen är utbildad i en synnerligen likformig mellansand, se tab. 4, profil 8. Grundvattennivån låg vid undersökningsstillfället vid 255 cm:s djup under markytan. En annan profil (nr 17, tabell 4) skilde sig ej från den beskrivna annat än genom att sanden var något grövre. Grundvattennivån låg vid 253 cm:s djup.

Å en annan provyta antecknades: *Vaccinium myrtillus* riklig, *Vaccinium vitis idæa* strödd, *Calluna vulgaris* strödd, *Empetrum nigrum* strödd, *Vaccinium uliginosum* strödd, *Melampyrum pratense* tunnsådd. Bottenskiktet utgjordes av *Hylocomium parietinum* ymnig, *Hylocomium proliferum* strödd, *Dicranum undulatum* strödd. Råhumustäcket var 7 cm, härav 2—3 cm förmultningsskikt och 4—5 cm humusämnesskikt. Blekjorden var 3—5 cm, mörkgrå till färgen och ganska starkt impregnerad med humus. B-horisonten består överst av en mörk, mycket humusrik zon, 7—8 cm. Härunder följer 20—23 cm rostfärgad sand. Profilen är utbildad i mellansand, som vid 30—70 cm:s djup innehåller gruskorn och rätt mycket grovsand. Vid 70—110 cm:s djup är sedimentet finare: mellansandig grovmo. Grundvattennivån låg vid undersökningstillfället vid 100 cm:s djup under markytan.

Det är tydligt, att på grund av grundvattennivåns läge och den starkare humusimpregnationen i markens övre lager måste marken å den senare ytan vara betydligt fuktigare än å den förra. Den mekaniska sammansättningen hos sanden å den senare ytan spelar härvid ej stor roll bredvid grundvattenläget och kolloidimpregnationen. Dock må återges några mekaniska analyser (se tab. 4 profil 11—14) från denna del av beståndet.

Man kan alls ej se någon skillnad på skogen mellan de båda beskrivna lokalerna. Det är samma likformiga, äldre tallskog. Om fuktighetsfaktorn här hade varit den dominerande för skogsväxten, borde en tydlig skillnad på tallarna mellan de bägge ytorna ha framträtt. Icke ens markvegetationen är märkbart olika; även på den torrare förekommer en sådan växt som *Vaccinium uliginosum*. Någon tendens till heddegeneration kan ej spåras vare sig å den ena eller andra ytan.

Å andra sidan är det, som ovan nämnts, alldeles tydligt, att lokalt flerstädes en god skogsväxt framkallas av goda fuktighetsbetingelser, nämligen där

marken påverkas av rörligt grundvatten. Enstaka sådana fall finnas litet varstans, där sanden är relativt tunn och en vattenkvarhållande moränbotten ligger å ganska ringa djup samt utmed små åar och bäckar.

Ovan har också framhållits att stundom bestånd av tydligt växtligare typ än normalt anträffas på ställen, där den vanliga sanden ersättes med finmorika sediment, eller, såsom är fallet på några lokaler nära gården Hornsjötorp å Hökensås, där sanden innehåller lerkörtlar eller lerskikt. Härvid behöver det emellertid ej nödvändigtvis vara fuktighetsfaktorn, som är bestämmande, utan det kan också vara de finkorniga sedimentens större vittringsförmåga, som är avgörande.

Det är sålunda uppenbart, dels att i lokala fall ett speciellt gynnsamt fuktighetstillstånd stimulerar trädväxten inom det undersökta området, dels att den allmänna faktor, som ned-sätter skogsväxten, icke är att söka i markens fuktighetsförhållanden.

#### Sandens och grusets mineralogiska beskaffenhet.

Några allmänna synpunkter på markmineralen och skogens näringsproblem. De förluster av lösliga näringsämnen utom kväve, som skogsmarken ständigt lider på grund av urlakning och borttagandet av virkesskördar, måste ersättas genom markmineralens vittring, för så vitt ej markens produktionsförmåga skall ständigt sjunka. I markmineralen finnes också ett stort reservförråd av växtnäringsämnen upplagrat. Det gäller att granska på vilka vägar detta blir mobiliserat. Man antager allmänt, att det väsentligaste vid de silikatiska markmineralens upplösning i och med den kemiska vittringen är vätejonernas inverkan på mineralen. Denna åsikt stödes kraftigt av ett stort antal experimentalundersökningar. Ju högre koncentrationen av fria vätejoner är i marken (d. v. s. ju högre surhetsgrad eller ju lägre  $p_H$ -tal marken har) desto intensivare böra således de kemiska vittringsprocesserna arbeta. I överensstämmelse med denna åskådning finner man i våra sura podsolmarker ett starkt genomvittrat mineraljordskikt, blekjorden, närmast under det starkt sura råhumustäcket, där syrorna produceras. Djupare ned i profilen minskas surhetsgraden på grund av att de nedträngande syrorna delvis neutraliseras tack vare vittringen i blekjorden. Man kan därför ej heller påvisa något påtagligt resultat av den kemiska mineralvittringen i underlaget (se TAMM 1931, s. 285), även om en viss vittring av teoretiska skäl måste antagas försiggå även där. Utom den vittringsprocess, som så att säga står i relation till jordskiktens allmänna surhetsgrad, försiggår det emellertid säkerligen också en vittring, som är en direkt rotverkan. Växtrötterna slingra sig om mineralkornen och deras rothår av-söndra sura ämnen, i varje fall kolsyra, och av växtfysiologerna har det sedan

länge påvisats, att rötterna på så sätt förmå kemiskt inverka på mineral-korn, härvid otvivelaktigt tillgodogörande sig de lösliga näringsämnen (kationer), som frigöras. Genom detta kationupptagande av växtrötterna torde även  $p_H$ -värdets stegring i vätskeskiktet mellan rothåret och mineralkornet bromsas, varigenom ytterligare vittring befordras. Det är svårt att uttala sig om vid vilken surhetsgrad denna rotvittring försiggår. Med kolsyra mättat vatten kan vara ganska surt ( $p_H$  omkring 4) och intet hindrar att det tunna vätskeskiktet mellan ett rothår och ett mineralkorn kan vara mättat med kolsyra. Det är sålunda mycket möjligt, att rötterna använda sig av en större surhetsgrad än den, som är rådande i jorden omkring, och att de därmed kunna nå en alls ej betydelselös vittringseffekt.

Emellertid är rotvittringen såväl som den allmänna vittringen å djupare nivåer som sagt svår att i svenska podsoljordar påvisa medelst analyser, säkerligen därför att den har försiggått i ett ganska mäktigt lager, varför ändringarna i substratets sammansättning ej hunnit bli väl märkbara under den geologiskt räknat ganska korta tid, som processen har haft till sitt förfogande efter istiden. Inom sydligare länder, som icke undergått nedisning, och där vittringen dels förlöper snabbare och dels haft längre tid på sig, kan man däremot lätt påvisa den djupare vittringens effekt.

Det är ovisst, huruvida i en podsolmark den av humustäcket orsakade vittringen i blekjorden eller den djupare vittringen, till betydande del sannolikt orsakad av rötterna, är den viktigaste, när det gäller att förse skogen med växtnäring. I brunjordarna, som totalt sakna ett blekjordslager, och där surhetsgraden i markytan ej är så stor som i podsolmarkerna, förefaller det däremot uppenbart, att den djupare vittringen, och troligen just rotvittringen, är den allra viktigaste vittringsprocessen. Då brunjordarna, även på kalkspatfritt underlag, i genomsnitt förmå underhålla en rikare vegetation än podsoljordarna och dessutom avleverera större mängder lösliga ämnen till grundvattnet än podsoler på samma geologiska underlag, förefaller det uppenbart, att den djupare vittringen och troligen i synnerhet rotvittringen är en faktor av stor, allmän betydelse för skogens liv.

Man kan visserligen härvid invända, att vegetationen hämtar en hel del av sina mineraliska näringsämnen ur det multnande humustäcket, vars askbeståndsdelar småningom mobiliseras, och att det även finnes adsorberade växtnäringssämnen i jorden, som stå till växternas förfogande. Men dessa båda näringskällor äro sekundära och ha i sin tur ursprungligen erhållit sitt näringsförråd genom mineralens vittring. Om denna senare process skulle upphöra, borde visserligen skogen en tid kunna livnära sig med hjälp av humustäckets askbeståndsdelar och de adsorberade växtnäringssämnena, men snart skulle en allmän näringsbrist göra sig kraftigt gällande. I skogsmarken, som ej mottager några av människan påförda gödsel-



ämnen, blir markens mineralogiska sammansättning således en oerhört viktig faktor för skogen i långa loppet; skogen bearbetar sannolikt direkt markmineralen på olika djup med sitt rotsystem och det desto intensivare, ju mera utvecklat och djupgående rotsystemet är. För att få ett uttryck för en skogsmarks mineralogiska styrka bör man då framför allt undersöka prov av den geologiska avlagring, som samtidigt bildar jordmånens underlag och har varit substratet för de jordmånsbildande processerna.

**Granskning av sandens mineralogiska beskaffenhet i undersökningsområdet.** Jag har nyligen (TAMM 1934 a) utarbetat en snabbmetod, bestämningen av den s. k. basmineralindex, för att karakterisera en jordarts mineralogiska styrka. Man avlägsnar först jordens kolloider och utseparerar sedan en viss kornfraktion, mellansanden, som har diameterstorleken 0,6—0,2 mm. Mellansanden separeras sedan med hjälp av en vätska av sp. v. 2,680 i en tyngre och en lättare del. Den tyngre består huvudsakligen av de för skogen värdefulla grönstensmineralen: kalkrik fältspat, augit och hornblände, medan den lättare består av kvarts och kalkfattiga kali- och natronfältspater. Halten av glimmer är i den undersökta fraktionen oftast så liten att den kan försummas, eljest bestämmes den särskilt och räknas till den tyngre fraktionen. Denna, räknad i procent av den undersökta mellansanden, kallas basmineralindex.

Bakgrunden för basmineralindexmetoden är den omständigheten, att de sura fältspaterna (kalifältspat och natronrik plagioklas) både vid experimentella forskningar och vid vittringsstudier i naturen (beträffande de senare se TAMM 1920, s. 122—125) visat sig vara svårvittrande. Många ytterst svagproduktiva skogsmarker, som i fuktighetshänseende ingalunda äro ogynnsamma, ha dessutom enligt den kemiska analysen visat sig vara ganska rika på dylika mineral. Dessa spela i vårt lands urbergsområden nästan alltid en kvantitativt viktig roll. Grönstensmineralen, för vilka basmineralindex är speciellt betecknande, äro däremot lättvittrande, och synas även vid grov kornstorlek kunna avge värdefulla beståndsdelar. Detta belyses bl. a. av att högproduktiva granbestånd i Värmland växa på grönstenshällar (hyperit), som t. o. m. sakna jordtäckning (se TAMM 1921, s. 138). Efter finfördelning till mycket fina kornstorlekar såsom i leror, kunna otvivelaktigt även de sura fältspaterna ganska lätt avge sina lösliga beståndsdelar, men denna sak kommer knappast i betraktande i de sandiga jordarterna, som sakna andra lerbeståndsdelar än de sekundärt bildade kolloiderna.

Tabell 3 visar nogsamnt, att man genom bestämning av basmineralindex får fram just sådana beståndsdelar i sanden, vilka starkt angripas av den kemiska vittringen.

Basmineralindexmetoden är alltså tillämplig på vattensorterade grus-

och sandavlagringar, som helt eller i det närmaste helt sakna ler och mycket finkorniga beståndsdelar och glimmer, medan metoden i fråga om moräner helst endast bör användas i förening med mekanisk analys, som ger besked om halten av de finkorniga beståndsdelarna. I fråga om jordarter, som innehålla kalkspat, bör metoden även kompletteras med bestämning av denna beståndsdel. För de ganska grova sand- och grusavlagringarna i det undersökta området, som nästan totalt sakna glimmer och äro alldeles fria från kalkspat, är metoden mycket lämplig, men den kan ej användas för belysning av den mineralogiska styrkan hos de här och var förekommande finmorika, resp. lerhaltiga sedimenten, ty i dessa bestämmes denna till väsentlig del av de finare beståndsdelarna.

På försöksfältet i Vaggeryd insamlades år 1932 ett antal sandprov å vilka gjordes dels basmineralindexbestämningar, dels mekaniska analyser<sup>1</sup>. Hela detta material skall i annat sammanhang offentliggöras, varför här endast skall medtagas basmineralindexbestämningarna å prov av underlaget samt ett sammandrag av de mekaniska analyserna (se tab. 5 och 6). Å kronoparken Haboskogen insamlades 1934, 1935 och 1936 ett antal liknande prov, av vilka dock ej hela antalet underkastades mekanisk analys (se tab. 10), medan basmineralindex bestämdes på samtliga. Ytterligare har ett antal underlagsprov insamlats i Lagadalen, Flahult, vid Dumme mosse, Svedudden, i Habotrakten samt på Hökensås, söder och norr om kronoparken Haboskogen. På samtliga dessa prov bestämdes basmineralindex. Jag har sålunda ett material av över 200 basmineralindexbestämningar, spridda över hela undersökningsområdet med koncentration dels på Mölnafältet, dels på kronoparken Haboskogen. Till speciell jämförelse skall även meddelas ett sammandrag av bestämningar å prov från de glaciälviala sandavlagringarna vid Malingsbo i S. Dalarna, vilka äro bekanta för sina mycket växtliga tallsogar.

Proven från Mölna försöksfält utgjordes samtliga av grovsand och mellansand, vilken senare i två fall kunde betecknas som grovmoig. Halten av finkornigare beståndsdelar är ytterst obetydlig (se tab. 6). Summan av finmo, mjäla och ler uppgår i allmänhet blott till ca 2 %, i tre prov dock till över 3 %. Härav utgöres vanligen mindre än 1 % av ler. Detta består säkerligen

<sup>1</sup> De mekaniska analyserna, som i detta arbete anföras, äro utförda medelst kombinerad slamning enligt ATTERBERGS metod och pipettbestämningar se TAMM (1934 b). Eftersom det rörde sig om lerfattiga prov, dispergerades de enbart genom behandling med vätesuperoxid och skakning med ammoniakvatten (se det citerade arbetet). Genom att bestämma alla fraktioner, finare än finmo, medelst pipettmetoden, vinner man utom tid även att lerhalten blir noggrant bestämd. Den fås nämligen genom direkt vägning. Enligt den gamla ATTERBERGSSKA metoden bestämmes leret däremot som differens, sedan alla de grövre fraktionerna avslammats och vägts. Därvid får man med i leret dels den humushalt, som alltid förefinnes, även om den ej synes, och som ofta kan uppgå till  $\frac{1}{2}$  %, i bland till 2—3 procent. Vidare får man med summan av alla slammingsfelen i de tidigare bestämningarna. Dessa fel kunna vara rätt betydande. Felen i lermängden vid ATTERBERGSSLAMNING kunna sålunda lätteligen uppgå till ett par procent och mera. (jfr TAMM 1934 b, sid. 307—308).

blott av de kolloidhinnor, som alltid omge sandkornen. I de som grovmoig mellansand betecknade proven uppgick halten grovmo till 20 %, men låg i de övriga mellan 2 och 10 %.

Proven från andra trakter (tab. 4 o. 7—11), vilka till stor del icke underskattades mekanisk analys, granskades noggrant med hjälp av en lupp under jämförelse med en s. k. korngruppskala (d. v. s. isolerade prov av ren grovsand, mellansand, grovmo o. s. v.). Härvid konstaterades vilken korngrupp, eller vilka korngrupper, som funnos i övervägande mängd i provet. I enlighet härmed benämndes provet t. ex. mellansand eller grovsand — mellansand o. s. v. Om dessutom förefanns någon korngrupp som påtaglig tillblandning, anmärktes detta med hjälp av ett adjektiv, t. ex. grusig mellansand eller finmoig grovmo. Speciellt noga granskades proven med hänsyn till närvaron av finkorniga beståndsdelar. De allra flesta proven (undantagen se tabellerna) syntes emellertid vara nästan fria från finmo och partiklar av ännu mindre storlek.

De mekaniska analyser, som utfördes å prov från Haboskogen, äro återgivna i tabell 10, som även visar de beteckningar, som okulärt åsattes proven. Av tabell 10 framgår, att den okulära provbedömningen utfallit ganska väl. Stundom har halten finkorniga beståndsdelar överskattats men aldrig tvärtom. Detta överensstämmer med det vanliga förhållandet. Det är sålunda knappast någon risk, att halten av finkornigare beståndsdelar har underskattats vid okulärbedömningen. Det bör här påpekas, att de på finkorniga beståndsdelar ganska rika proven 10—12 i tab. 10 äro hämtade från marker med god bonitet i kronoparken Haboskogens östra del. Likaså representera proven 1—3 god mark, medan de övriga, i synnerhet 7 och 8 och 14—30 äro mycket svaga marker.

Resultatet av bestämningarna i tabellerna visar att de undersökta proven av sand eller grovmo i allmänhet förete synnerligen låga värden på basmineralindex. Lägst äro dessa inom kronoparken Haboskogen, där de ofta ligga under 1, t. o. m. stundom omkring 0,5. Detta representerar de lägsta värden, som jag hittills funnit i Sverige. För så vitt mitt hittills föreliggande material av basmineralindexbestämningar i olika delar av vårt land är tillräckligt för frågans bedömande, torde en siffra av omkring 10 vara att anse såsom normalt för både moräner och sandavlagringar i granit- och gnejs-trakter. Det undersökta områdets basmineralindex ligger i allmänhet långt under detta normalvärde.

**Jämförelse mellan sandens beskaffenhet i det undersökta området och i Malingsbodalen.** Som jämförelse med hänsyn till skogstillstånd och den mineralogiska beskaffenheten i marken skall här nu framläggas ett undersökningsmaterial från Malingsbodalen, som jag under sommaren 1931 insamlade och granskade i fält i samarbete med professor O. ENE-

ROTH. Å ett betydande antal prov har sedan utförts såväl mekanisk analys som bestämning av basmineralindex.

Av särskilt intresse som jämförelseobjekt var en åsplatå i Malingsbo, belägen nära intill professor JONSONS bekanta provytor invid Nyhammarsvägen. Den undersöktes av mig redan 1927 och konstaterades bestå av förhållandevis grov sand. Jag hade emellertid ej då till mitt förfogande den utmärkta borrarutrustning, s. k. standardborr, som medger upptagande av literprov på 4—5 m:s djup i stenfri, ej för hård jord, och kunde därför ej utföra den provtagning och undersökning på så stort djup, som var möjligt 1931. Lokalen ligger på en platå av mycket mäktig sand, i vilken grundvattennivån ligger synnerligen djupt och är alldeles oåtkomlig för tallarnas rötter, vilka konstaterades gå ned till 3,25 m under markytan. Tallskogen tillhörde den långvuxna, starkt produktiva och under skärmställning ytterst lättföryngrade typ, som är känd från Malingsbodalen. Produktionsförmågan torde dock vara något sämre än på de närbelägna, utomordentligt växtliga provytorna, vilkas mark delvis utgöres av mo och sålunda är finkornigare än sanden på platån. Tallarna på denna överträffade emellertid vida tallarna intill Mölnafältet och marken är mycket mera lättföryngrad än i Mölna.

Sanden å platån i Malingsbo visade sig (se tab. 6) vara en ytterst likformig grovsand, resp. grovsand—mellansand, mycket fattig på finare beståndsdelar ned till en nivå av 3,6 m:s djup, d. v. s. till en nivå, under tallarnas rötter. Här vidtog något finare sand, som i sin tur vid 6 m:s djup åter övergick i grövre sand. Basmineralindex varierade mellan 9.47 och 16.53. Sandens mekaniska beskaffenhet överensstämmer inom den zon, där tallrötterna gå, nära med Mölnafältets sand eller är grövre än denna. Vattenförhållandena äro ogynnsammare än i Mölna. Klimatet är i Malingsbo något kallare än i Mölna, ty höjden över havet är ungefär densamma och läget är  $2\frac{1}{2}$  breddgrad nordligare. Regnmängden är något lägre i Malingsbo än i Mölna, den överensstämmer ungefärligen med Flahult, där skogen är av alldeles samma beskaffenhet som vid Mölna. Skillnaden mellan Malingsbolokalen och Mölnafältet med hänsyn till skogens bättre växt å den förra måste ligga i sandens mineralogiska beskaffenhet, illustrerad av basmineralindex.

Hela materialet av både mekaniskt och mineralogiskt analyserade prov från markprofilens underlag å sedimenten i Malingsbodalen omfattar inalles ett antal av femtiofyra stycken. De härröra dels från den ovan omtalade platån och de närbelägna provytorna, dels från tvänne tallbestånd å en sandplatå vid landsvägen nära Lilla Bondbergssjön. Resultatet från analyserna av dessa jordprov kan sammanställas sålunda:

Proven voro i allmänhet mellansand, i ett fåtal fall grovmo, samt i två fall finmo. Halten av ler låg under 1 procent, utom i fem prov, där den högst

nådde 2 %. Halten finmo + mjåla + ler var också, utom i de tvånne finmo-proven, i allmänhet synnerligen låg. I sandproven var sammanlagda halten av finmo + mjåla + ler ofta ej mer än 1—3 %, stundom mindre än 1 %. I fråga om mekanisk sammansättning överensstämde alltså sandproven från Malingsbo väl med sanden från Mölnafåltet och Hökensås.

Basmineralindex var i medeltal 11,45 för Malingsboproven. Det lägsta värdet var 6,97, det högsta 16,53. En jämförelse med proven från Hökensås—Lagadalen ger således vid handen, att endast rullstensgruset därstädes kommer upp till eller överträffar Malingsbosanden, medan sanden och grovmon från Hökensås—Lagadalen ligga högst betydligt under Malingsbosanden.

Till ytterligare jämförelse mellan sandens beskaffenhet i de jämförda trakterna må här anföras två kemiska analyser. Den ena (Malingsboprovet) är hämtad från ett tidigare arbete av mig (TAMM 1920, s. 259), den andra är utförd på ett sandprov från Mölna försöksfålt å Statens skogsförsöksanstalts kemiska laboratorium av Dr. phil. W. BUJAKOWSKY. Av analyserna (a i tabell 11) har jag beräknat den mineraliska substansens sammansättning b i tabellen). Vidare har basmineralindex bestämts på de båda proven.

Av tabell 11 framgår att de analyserade proven i fråga om basmineralindex ligga ganska nära medeltalen för Mölnafåltet (3,02), resp. för Malingsbo (11,45). Den kemiska analysen visar, att Malingsbosanden är betydligt rikare på kalk och basiska ämnen i allmänhet än Mölnasanden. Sålunda är kalkhalten mer än dubbelt så hög i Malingsbosanden och halten basiska ämnen över huvudtaget nära dubbelt så hög. Därtill kommer att såväl kalken som övriga basiska ämnen säkerligen äro betydligt mera hårt bundna i Mölnasanden, enär de där, såsom basmineralindexvärdet visar, till betydligt större del måste vara till finnandes i svårvittrande, sura fåltspater.

Undersökningarna visa sålunda, att sanden från Mölna försöksfålt är med hänsyn till det i markmineralen bundna förrådet av växtnäringsämnen sanden i Malingsbodalen betydligt underlägsen. Det är då ytterst sannolikt, att den stora, allmänna skilnad i bonitet som föreligger mellan sandavlagringarna i Malingsbodalen och mitt undersökningsområde, för vilka senare Mölnasanden är representativ, beror på den stora skillnaden i mineralogisk beskaffenhet. Den svaga mineralogiska beskaffenheten hos sanden i Hökensås—Lagadalen bör med andra ord vara grundorsaken till skogens relativt svaga produktionsförmåga därstädes.

Med sanden i Malingsbodalen överensstämmer sanden kemiskt-mineralogiskt i många andra områden, av vilka flere hava mycket växtliga skogar, (jfr. t. ex. analyserna i: TAMM, 1920.) Å andra sidan synes det finnas åtskilliga

sydsvenska sandområden med svag skogsproduktion, som överensstämma med Hökensås—Lagadalen.

**Ingående granskning av tvänne sandprov från det undersökta området. Jämförelse med sandavlagringar i Nordtyskland och Danmark.** En mer ingående granskning av sandprov från det undersökta området skall här framläggas.

Granskning av ett sandprov från Mölnafältet. Av analysen av sanden från Mölnafältet, som är praktiskt taget glimmerfri, kan man göra några intressanta beräkningar enligt de metoder, som allmänt användas av petrograferna vid beräkning av bergartsanalyser. Härvid är det lämpligast, att utgå från den mineraliska substansens sammansättning (alltså b i tabell 11). Man kan, eftersom glimmer praktiskt taget saknas, antaga, att halten av kali ( $K_2O$ ) och natron ( $Na_2O$ ) äro helt tillfinnandes i de båda mineralen kalifältspat och oligoklas. Det förra mineralet innehåller emellertid alltid också något natronfältspat, man kan antaga en sammansättning, motsvarande 85 molekyler ortoklas (*or*) och 15 molekyler albit (*ab*). Oligoklasen innehåller mest natronfältspat (*ab*) men även något kalkfältspat (*an*) och något litet kalifältspat (*or*). Man kan utgå från en ungefärlig sammansättning av 80 molekyler *ab*, 15 molekyler *an* och 5 molekyler *or*. Som stöd för dessa antaganden har jag inhämtat den framstående petrografen, statsgeologen N. SUNDIUS' mening.

Med utgångspunkt från värdena på procenterna av  $K_2O$  och  $Na_2O$  beräknas halten av kalifältspat till 15,4 % och av oligoklas till 11,0 %.

Av den resterande mängden kalk ( $CaO$ ), magnesia ( $MgO$ ) och järnoxid ( $Fe_2O_3$ ) kan man då helt schematiskt beräkna halten av tyngre mineral (huvudsakligen kalkfältspat, hornblende, augit) på följande sätt: Järnet antages till  $2/3$  vara befintligt i tvåvärdig form ( $FeO$ ) och till  $1/3$  i trevärdig ( $Fe_2O_3$ ). Halten  $CaO + MgO + FeO + Fe_2O_3$ , vartill lägges en mängd  $Al_2O_3$ , som svarar mot en molekyl  $Al_2O_3$  på varje molekyl  $CaO$ , beräknas som ortosilikat. Man får då en halt av 3,4 % tyngre mineral med ca 1,2 % kiselasyra. Härvid har säkerligen räknats något för högt, då en liten del av järnet torde utgöras av limonit ( $Fe_2O_3 + n H_2O$ ). Det erhållna värdet stämmer emellertid rätt väl med basmineralindex (2,91) som ger den ungefärliga halten tyngre mineral i mellansandfraktionen (provet var en mellansand). Resterande kiselasyra beräknas som kvarts. Halten av denna blir ca 68,1 %. Emellertid uppstår ytterligare en rest av de i analysen funna ämnena, dels den lilla titanmängden, 0,12 %  $TiO_2$ , som i detta sammanhang kan försummas, dels en rätt betydande mängd aluminiumoxid, 1,75 %  $Al_2O_3$ .

Eftersom ingen mer betydande mängd tyngre aluminiummineral (t. ex. sillimannit) kan existera i provet med hänsyn till det låga värdet på basmineralindex och ej heller någon större mängd cordierit kan förefinnas med hänsyn till den låga halten av magnesium, som måste antagas till största delen ingå i hornblende och augit, vilka äro vida vanligare mineral i vår berggrund än cordierit, måste åtminstone en väsentlig del av aluminiumöverskottet härröra från aluminiumrika omvandlingsprodukter av fältspaterna. Dylika kunna ha uppstått på två olika sätt: dels genom omvandlingar i bergarterna före deras mekaniska söndermulning under istiden, dels genom senare vittring. Det är omöjligt att säga vilken av dessa båda processer, som är betydelsefullast. Det sannolika är, att aluminiumöverskottet till största delen uppkommit genom den äldre omvandlingen och är till

finnandes som inneslutningar i fältspaterna, vilka under mikroskopet mycket ofta visa sig till ej ringa procent bestå av omvandlingsprodukter. Ett dylikt betydande aluminiumöverskott är synnerligen vanligt i kvartsrika sandarter, t. ex. i de av RAMANN (1885, 1886) framlagda exemplen från Nordtyskland.

Beräkningarnas resultat kunna sammanfattas i följande sammanställning, som visar sandens approximativa mineralsammansättning.

Kvarts: .....	68,1 %
Kalifältspat: .....	15,4 %
Oligoklas: .....	11,0 %
Kalkfältspat, hornblende, augit m. m.: .....	3,4 %
Överskott av aluminiumoxid: .....	1,8 %

Denna sammanställning torde ge en ganska god bild av sandens mineralogiska sammansättning.

Granskning av ett sandprov från kronoparken Haboskogen. För att få en uppfattning om den mineralogiska sammansättningen hos ett sandprov av den allra fattigaste typen å Hökensås utvaldes ett prov mellansand med särskilt låg basmineralindex från kronoparken Haboskogen, norr om Hornsjön. Provet var praktiskt taget fritt från korn av dimensioner, mindre än finmo, liksom också av glimmer. Hela provet befriades från kolloider, som alltid förefinnas i form av tunna hinner omkring mineralkornen. Härefter separerades detsamma (utan att siktas) med hjälp av Thoulets lösning i fraktioner av olika sp. vikt. De använda lösningarnas sp. v. var 2,680, 2,650 och 2,620. Resultatet blev:

Fraktion 1. Sp. v. > 2,680 .....	0,79 %
» 2. » » 2,680—2,650 .....	0,47 %
» 3. » » 2,650—2,620 .....	84,83 %
» 4. » » < 2,620 .....	12,06 %

Fraktionen 1 består huvudsakligen av kalkrik fältspat, hornblende och augit. Kiselsyrehalten i denna fraktion kan skattas till 0,3 %, räknat på hela provet.

Fraktionen 2 är mycket liten, vilket visar, att provet praktiskt taget saknar sådana kalknatronfältspater, vilkas sp. v. ligger mellan 2,680 och 2,650. Den kan därför sammanslås med fraktion 3, och den sammanslagna fraktionen (85,3 %) kan anses bestå av kvarts och natronrik fältspat (oligoklas). Fraktionen 4 slutligen består av kalifältspat, vilken som alltid måste innehålla något natronfältspat. Den utgör 12,06 %. Om man antager, att denna fältspat har ungefär normal sammansättning,  $\text{Or}_{85}\text{Ab}_{15}$  (se ovan) blir dess kiselsyrehalt 7,8 %, räknat på hela provet.

För att kunna beräkna halten oligoklas i fraktionen 2 + 3, bestämdes kiselsyrehalten i den ursprungliga sanden på kemisk väg. Den var 92,15 %. Eftersom summa 8,1 % kisel-syra finnes i fraktionerna 1 och 4, måste 84,05 % förefinnas i fraktionen 2 + 3. Oligoklasens kiselsyrehalt ( $\text{Ab}_{80}\text{An}_{15}\text{Or}_5$ ) är 64,6 %. Härav kan beräknas, att fraktionen 2 + 3 består av 3,5 % oligoklas och 81,8 % kvarts, räknat på hela provet. Sandens ungefärliga sammansättning blir då:

Glödförlust .....	0,50 %
Kvarts .....	81,8 %
Kalifältspat .....	12,1 %
Oligoklas .....	3,5 %
Kalkfältspat, hornblende, augit m. m. ....	0,8 %

De mot dessa fältspatvärden svarande halterna av  $K_2O$  och  $Na_2O$  bli resp. 1,8 och 0,54 %. Då aluminium ej blivit bestämt på kemisk väg, kan aluminiumöverskottet ej uträknas.

Denna sammanställning torde ge en god, ungefärlig bild av den undersökta sandens mineralogiska sammansättning. Sanden är efter svenska förhållanden mycket fattig. Nästan allt, som ej utgöres av den ur växternas synpunkt värdelösa kvartsen, består av de svårvittrande mineralen kalifältspat och natronrik plagioklas. En jämförelse med Mölna-sanden visar, att sanden från Haboskogen är mycket fattigare på de värdefullare mineralen, men att den svårvittrande kalifältspaten spelar en stor roll i båda.

Om de nordtyska sandavlagringarnas beskaffenhet enligt RAMANNS undersökningar. En jämförelse mellan sanden i mitt undersökningsområde och nordtyska sandmarker, från vilka RAMANN (1885 och 1886) har framlagt ett ganska omfattande material av kemiska (total-)analyser är mycket intressant. Den nordtyska sanden är mycket kvartsrik, dess kiselsyrehalt varierar mellan 93 och 97 %. Habosanden kommer den sålunda mycket nära. För 13 stycken av RAMANNS sandprov, härrörande från underlaget under ortstenen i ljunghedar, eller från markprofilens djupare skikt i ortstensfria skogsprofiler, var kiselsyrehalten i medeltal 94,93 %, kalihalten ( $K_2O$ ) 0,87 %, natronhalten ( $Na_2O$ ) 0,35 %, kalkhalten ( $CaO$ ) 0,23 % och magnesiahalten ( $MgO$ ) blott 0,07 %.

RAMANNS analyser visa, att också den nordtyska sanden är förhållandevis rik på kalifältspat eftersom kali ( $K_2O$ ) överväger starkt bland de basiska beståndsdelarna. De nordtyska sandjördarna äro som känt ytterst mättra; en del av dem äro bevuxna med ljunghedar. De ha bildats genom söndersmulning av sedimentära bergarter, huvudsakligen tillhörande krit- och tertiärformationerna, vilka bergarter i sin tur bildats av vittringsprodukter. Den relativt höga halten av kali (kalifältspat) i de nordtyska sandavlagringarna vittnar därför starkt om kalifältspatens resistens mot vittringen och visar, att en ganska hög halt av ensamt detta mineral i en sandjord ingalunda kan göra densamma mycket fruktbar för skogsträden.

Om de jylländska sandavlagringarnas sammansättning enligt WEIS. I sin avhandling om danska ljunghedsjordar har WEIS (1929) offentliggjort några analyser, som visa, att sanden i typiska jylländska hedar i sin sammansättning rätt nära överensstämmer med den nordtyska sanden enligt RAMANN. I WEIS tre analyser av oförändrad sand (tagen från underlaget under anrikningsskikten) är kiselsyrehalten 88,93 %, 96,20 % och 94,14 % respektive. Kalihalten ( $K_2O$ ) är 0,26, 0,48 och 0,51 % respektive, natronhalten ( $Na_2O$ ) 0,56, 0,98 och 0,52 % kalkhalten ( $CaO$ ) 0,64, 0,42 och 0,33 % och magnesiahalten ( $MgO$ ) 0,03, 0,06 och 0,02 %. Den jylländska sanden synes sålunda vara obetydligt rikare på natronfältspat än den tyska och även innehålla något mera kalk än denna. Den är dock i likhet med den tyska mycket kvartsrik och fattig på för vegetationen värdefulla mineral; den står i mineralogiskt hänseende habosanden ganska nära.

**Slutsatser angående sandens mineralogiska beskaffenhet i det undersökta området och betydelsen härav för skogen.** Som resultatet av den gjorda utredningen om sandens mineralogiska beskaffenhet i mitt undersökningsområde gäller sålunda, att sanden i övervägande grad består av kvarts, som når en procentsiffra av ända till över



So %. I övrigt består den mest av kalifältspat och därtill något natronrik fältspat, vilka båda mineral äro svärvittrande, samt av en ringa procent kalkrika, lättvittrande mineral. Denna senare procent sammanfaller ungefärligen med basmineralindex. Den allra fattigaste sanden på Hökensås närmar sig ifråga om mineralogisk beskaffenhet starkt den svaga sanden i norra Tysklands och Danmarks Ljunghedar.

I den mineralogiska beskaffenheten ha vi sålunda en egenskap, varutinnan sanden i mitt undersökningsområde starkt avviker från sanden i Malingsbo såväl som många andra trakter i Sverige. Denna mineralogiska svaghet återfinnes i såväl grovsand som mellansand och grovmo i mitt undersökningsområde. Man torde då ha rätt att draga den slutsatsen, att den mineralogiska svagheten är den primära grundorsaken till det undersökta områdets svaga produktionsförmåga, samtidigt som flere andra viktiga faktorer medverka till att utforma skogstillståndet på enskilda lokaler.

En liknande slutsats torde man av allt att döma ha rätt att draga betr. de av RAMANN beskrivna nordtyska sandavlagringarna och de av WEIS beskrivna jylländska, vilkas svaga skogsproduktion och ofta förekommande hedvegetation djupast sett torde bero på sandens mineralogiska svaghet, även om ortstensbildningar, mäktig blekjord och inaktiv råhumus utan tvivel i många fall äro viktiga medverkande, sekundära faktorer.

Endast rullstensgruset i mitt undersökningsområde har bland de grövre sedimenten en gynnsam mineralogisk beskaffenhet, som t. o. m. ibland synes överträffa de undersökta markerna i Malingsbodalen. I överensstämmelse härmed står också det faktum, att skogen i de flesta fall, såsom ovan redan framhållits, är växtligare på rullstensgruset, även på krönet av kullar och åsryggar, än å de omgivande sandavlagringarna. Även markprofilen är vanligen annorlunda. Inom Hökensåsområdet, där de flesta undersökta lokalerna på rullstensgrus äro tillfinnandes, är sålunda allmänt blekjordslagret mycket tunt på rullstensgruset, och skenhålla förekommer ej. I ett anmärkningsvärt fall visade markprofilen på en åsrygg brunjord, resp. en podsol, som stod brunjorden mycket nära med föga märkbar blekjord. Samtidigt var basmineralindex resp. 23,21, 17,21, 26,03 och 25,20 i olika profiler. Skogen var en synnerligen växtlig, mossrik, granblandad tallskog. Förklaringen till det egendomliga förhållandet, att skogen på Hökensås (och även i området N om Vaggeryd, där rullstensgrus undersökts) växer avsevärt bättre på rullstensgruset än på sanden, synes därmed vara funnen. Rullstensgruset är nämligen genomgående betydligt rikare än sanden i mineralogiskt avseende. Dess för skogen mera gynnsamma egenskaper få ses

mot bakgrund av trädrötternas förmåga att direkt tillgodogöra sig beståndsdelarna även i grovkorniga grönstensmineral, om blott fuktigheten tillåter skogen en kraftig utveckling.

Rullstensgrusets från sanden avvikande beskaffenhet ifråga om basmineralindex bestyrker sålunda kraftigt, att det just är i den av analyserna ådagalagda mineralogiska svagheten i det undersökta områdets sand- och grovmoavlagringar, som vi få söka den allmänna orsaken till den svaga produktionsförmågan.

Om det sålunda är tydligt att sandens mineralogiska svaghet måste vara grundorsaken till den allmänt låga produktionsförmågan i det undersökta området, så borde även de alldeles speciellt svaga skogsmarker som här och var finnas, uppvisa särskilt låga värden på basmineralindex. Den del av kronoparken Haboskogen, som ligger i nordöstlig riktning från Hornsjön är den svagaste av hela parken. Synnerligen sterila tallhedar finnas här, de representera de svagaste bestånd, som jag överhuvudtaget har träffat på inom hela mitt undersökningsområde.

Här må meddelas resultatet av en undersökning av tvenne markprofiler, belägna nära varandra inom denna del av kronoparken Haboskogen (sept. 1936):

A. Tallskog av *Vaccinium*typ. Beståndet illustreras av provytan nr 1 i tab. 2, vilken är upprättad just i detta bestånd. Om detta må ytterligare tilläggas, att de högsta tallarnas höjd var 18—19 meter. Markvegetationen kännetecknades av *Vaccinium vitis idaea* riklig, *Vaccinium myrtillus* strödd, *Calluna vulgaris* tunnsådd, *Empetrum nigrum* tunnsådd, *Vaccinium uliginosum* enstaka. Bottenskiktet utgjordes av *Hylocomium parietinum* riklig — ymning, *Dicranum undulatum* strödd, *Hylocomium proliferum* tunnsådd, och *Cladina rangiferina* tunnsådd. Råhumustäcket var 5—7 cm, varav c:a 4 cm förmultningsskikt och 1—3 cm humusämneskikt. Blekjorden var jämntjock, 16 cm, och mycket utpräglad. B-horisonten var endast c:a 10 cm och bestod överst av mörk skenhälla, 4—5 cm, men var i övrigt rostfärgad. Markens mekaniska och mineralogiska beskaffenhet framgår av tab. 10 nr 14—22 (profil A). Mot öster övergår beståndet i en lavrik hedtyp av samma ålder, det hela är en likåldrig skog, uppkommen antingen efter en brand eller en stor kalavverkning. Å ett avstånd av 120 m från A gjordes ännu en undersökning, här nedan betecknad med B.

B. Tallskog av hedtyp. Beståndet förefaller märkbart svagare än föregående. De längsta träden är 14—15 m höga. Markvegetationen kännetecknades av *Vaccinium vitis idaea* strödd, *Calluna vulgaris* strödd, *Vaccinium myrtillus* strödd, *Empetrum nigrum* tunnsådd, *Vaccinium uliginosum* enstaka. Bottenskiktet utgjordes företrädesvis av lavar, rikliga, bestående av *Cladina rangiferina*, *Cl. silvatica* och *Cl. alpestris*. Dessutom förekommo *Hylocomium parietinum* strödd och *Dicranum undulatum* strödd. Råhumustäcket var 6 cm, härav 4—5 cm ett löst förmultningsskikt och 1—2 cm humusämneskikt. Blekjorden var 16 cm mäktig, utpräglad. B-horisonten är 15—18 cm, varav c:a 5 cm överst mörk skenhälla. Även den undre delen innehåller förhårdnade klumpar. Markens mekaniska och mineralogiska beskaffenhet framgår av tabell 10, nr 23—30 (profil B). Beståndet om-

kring profil B kan anses typiskt för de synnerligen svaga tallhedar, som förekomma i denna del av Hökensås.

Medeltalet för basmineralindex i de båda undersökta profilerna, bortsett från blekjorden och B-horisonten, där den mineralogiska sammansättningen starkt påverkats av den kemiska vittringen, är 0,89, sålunda ett mycket lågt värde. I tabell 7 förefinnas ytterligare basmineralindices från tio olika punkter från samma svaga del av kronoparken Haboskogen (X—XV, XLI a o. b, XLIII och XLIV). Medeltalet av dessa är 0,77, således nära överensstämmande med det ovan funna. Det är sålunda uppenbart, att sanden inom detta område är alldeles särskilt fattig, vilket belyses genom jämförelse med tabellerna 4, 5 och 7—9.

Undersökningen bestyrker sålunda, att det är den mineralogiska sammansättningen, som sätter prägel på markens produktionsförmåga. Emellertid finnas andra lokaler på Haboskogen (utmed landsvägen mot Tidaholm) som ha lika låga värden på basmineralindex (profilerna I, II, III, VI m. fl. tab. 7), men dock något bättre skogar, och på Svedmon träffas tallhedar i förening med högre värden på basmineralindex (Se tab. 9). Detta visar, att det ej är den mineralogiska faktorn enbart, som bestämmer det hela, utan även andra faktorer medverka. Av dessa torde snarast humustäckets beskaffenhet och den mäktiga blekjorden komma i fråga, ty å flera av de här diskuterade markerna är skenhällan ej särskilt framträdande, resp. saknas utom i vissa fläckar. Det är emellertid helt naturligt, att humustäcket lätt skall ha en chans att bli inaktivt på sådana marker, som äro särskilt svaga ur mineralogisk synpunkt. Vad blekjorden beträffar, bör dess tillväxande i mäktighet under tidernas lopp även ha gynnats betydligt av fattigdomen på grönstensmineral i sanden, men något klart samband mellan mäktig blekjord och särskilt låg basmineralindex är svårt att påvisa, ehuru det kanske föreligger och skulle framträda i ett ännu större observationsmaterial, än det som står till mitt förfogande.

## KAP. VII. OM ORSAKEN TILL RULLSTENSGRUSETS HÖGA BASMINERALINDEX.

Att basmineralindex är högre i rullstensgruset än i omgivande sandavlagringar, innebär, att det material av mellansand, som alltid förefinnes i det på sten rika rullstensgruset, har en helt annan sammansättning än motsvarande material i de stenfria sandavlagringarna, vilka dock ursprungligen härröra från samma isälv som rullstensgruset. I isälvarna har en intensiv krossning och mekanisk nötning av det bergartsmaterial, som transporterats med vattnet, försiggått. Mekaniskt föga motståndskraftiga bergarter, t. ex.

lerskiffer, spela därför vanligen ej någon större roll i rullstensåsarna, även om dessa skulle delvis ha fått sitt material från skifferområden. Man har också sedan länge i rullstensåsarnas grusmaterial konstaterat en viss anrikning av mekaniskt motståndskraftiga bergarter.

De erhållna värdena för basmineralindex i rullstensgruset tyda på, att grönstenarna, alltså dioriter, diabaser, hyperiter och gabbroer, böra vara mera motståndskraftiga gent emot den mekaniska bearbetningen i isälvarna än graniter, gnejser och liknande, av kvarts och sura fältspater i övervägande mängd bestående bergarter. De granitiska bergarterna skulle alltså vara sprödare och lättare att smula sönder till sand, som sedan till stor del svämmats bort från det grövsta materialet före avsättningen. En blick på stenarna i våra rullstensåsar säger oss även, att grönstensmaterialet ofta spelar en kvantitativt mycket betydande roll i dem. Likaledes konstaterar var och en, som hanterat en geologhammare, att graniter och gnejser äro betydligt sprödare och lättare att slå sönder än grönstenar. Det är således åtskilligt som talar för, att grönstensmaterialet bör anrikas i rullstensgruset. De finare (sandiga) beståndsdelarnas sammansättning i ett rullstensgrus måste naturligtvis i viss mån vara en funktion av de bergarter, som representeras av rullstenarna och som har varit råvaran vid krossningsprocessen.

Om det ovan anförda är riktigt, bör det förefinnas ett samband mellan värdet på basmineralindex och den mekaniska sammansättningen hos sanden inom ett begränsat område. En grövre sand representerar nämligen en fraktion från isälvarnas material, som undergått mindre krossning och nötning än en finare sand av samma ursprung. En grövre sand bör därför i genomsnitt ha en högre basmineralindex än en finare. En alldeles undantagsfri parallellism kan dock ej förväntas inom ett stort område, ty lokalt kan hela sedimentmaterialet ha haft en annan sammansättning än på andra håll. Det har också ovan redan visats att man på kronoparken Haboskogen finner områden, där såväl de grövre som de finare sandslagen ha ett i genomsnitt lägre värde på basmineralindex än motsvarande sandslag på t. ex. Mölnafältet.

För att belysa frågan har emellertid hela materialet från det undersökta sedimentområdet uppdelats i 4 grupper efter den mekaniska beskaffenheten. Den första gruppen omfattar 29 prov av stenigt rullstensgrus och grus, det senare dock blott tvänne prov. Medeltalet för basmineralindex inom denna grupp är 11,41, således mycket nära genomsnittet för Malingsbo (11,45). Den andra gruppen (68 prov) omfattar grusig sand, grovsand och grovsandig mellansand. Medeltalet för basmineralindex inom denna grupp är 2,91. Den tredje gruppen (90 prov) är mellansand. Medeltalet för basmineralindex är här 1,95. Den fjärde gruppen (48 prov) är grovmoig mellansand och grovmo. Medeltalet för basmineralindex är här 1,26. Ytterligare

kan tilläggas, att sju undersökta prov av rullstensgrus från Bottnaryds socken (se fig. 1), vilket tillhör samma glacifluviala system som Hökensåsavlagringarna, men som faller utanför mitt egentliga undersökningsområde, hade ett medelvärde av 21,80. Samtidigt var markprofilen mer eller mindre brunjordsartad och den skogliga produktionsförmågan utmärkt.

Det är således alldeles påtagligt, att inom ett så stort material av analyser som det föreliggande en tydlig tendens hos värdet på basmineralindex gör sig gällande. Detta värde faller med den genomsnittliga kornstorleken, alldeles som den ovan

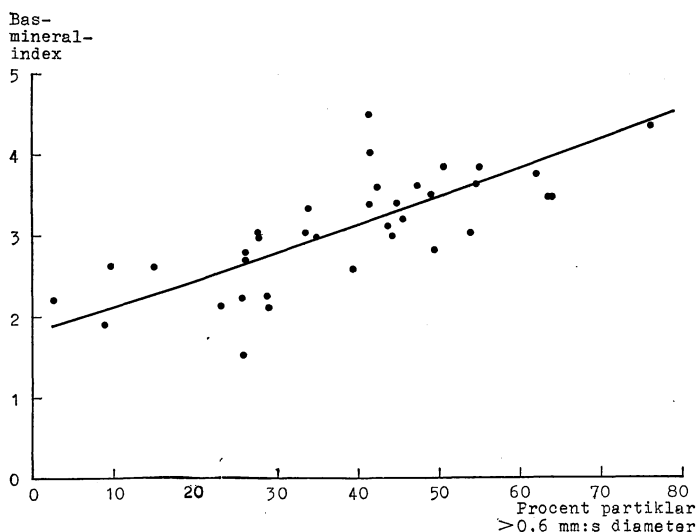


Fig. 8. Sambandet mellan värdet å basmineralindex hos 37 mekaniskt analyserade sandprov från Mölna försöksfält och deras halt av grövre beståndsdelar.

Der Zusammenhang zwischen dem Basenmineralindex und dem Gehalt (in Prozenten) an Körnern > 0,6 mm verschiedener Sandproben vom Versuchsfeld Mölna.

givna teorien fordrar. En annan sak är, att skillnaden mellan de olika sandsedimenten är ganska obetydlig och knappast kan tänkas ha någon skoglig betydelse, medan den stora skillnaden ligger mellan grövre sand och rullstensgrus. Det är vidare att märka, att materialet omfattar både trakter med genomsnittligt något lägre och genomsnittligt något högre index hos all sand över huvudtaget, vilket förhållande dock ej förmått förrycka den allmänna tendensen: Basmineralindex sjunker med den genomsnittliga kornstorleken.

Inom Mölnafältet är basmineralindex ganska ensartad (tab. 5), den ligger i allmänhet omkring 3. Då här alla prov blivit mekaniskt analyserade, yppar sig ett tillfälle att närmare belysa den ovan diskuterade frågan inom ett begränsat område. I fig. 8 framvisas ett grafiskt diagram, där utmed ordinat-

axeln avsatts basmineralindex och utmed abskissaxeln procenten sand- (el. grus-) korn av storlek över 0,6 mm i proven, alltså det material i proven som är grövre än mellansand. Denna procent är alltså ett siffermässigt uttryck för sandens mer eller mindre grova beskaffenhet.

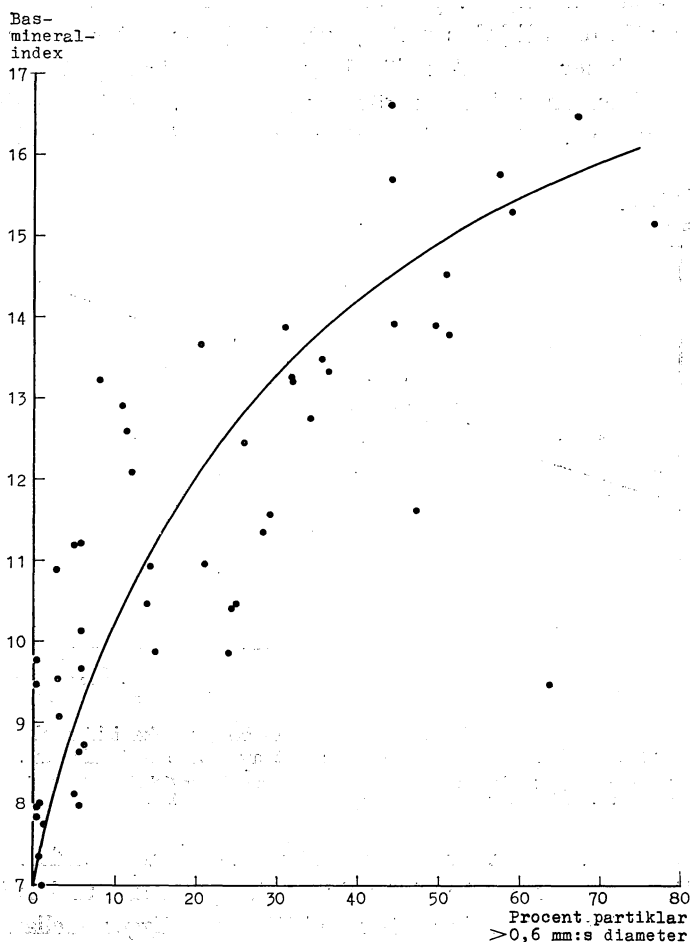


Fig. 9. Sambandet mellan värdet i basmineralindex i 52 mekaniskt analyserade jordprov från Malingsbodalen och deras halt av grövre beståndsdelar.

Der Zusammenhang zwischen dem Basenmineralindex und dem Gehalt (in Prozenten) an Körnern > 0,6 mm verschiedener Sandproben aus dem Malingsbotal.

Av fig. 8 framgår, att basmineralindex vackert stiger med halten partiklar av storlek  $> 0,6$  mm. Det ser t. o. m. ut som om verklig proportionalitet skulle förefinnas.

En alldeles analog sammanställning har även kunnat göras med Malingsboproven, som också voro mekaniskt analyserade, se fig. 9.

Fig. 9 omfattar en betydligt större amplitud med hänsyn till kornstorleken variation, och värdet på basmineralindex är här av en högre storleksordning än å Mölnafältet. Sambandet mellan basmineralindex och halten av grövre beståndsdelar är även här oförtydligt, om ock vissa avvikelser förefinnas. Anmärkningsvärt är särskilt att samtliga värden på basmineralindex, som ligga under 9, tillkomma prov, som äro mycket fattiga på grovsand.

Försöket att tolka de högre värdena hos basmineralindex i rullstensgruset som en följd av grönstensmaterialens mekaniska motståndskraft har sålunda slagit mycket väl ut. Det kan knappast vara något tvivel om att här träffats på följdverkningarna av en allmän lag, och att sålunda våra rullstensåsar allmänt torde vara mycket rika på grönstensmineral, för så vitt de ej erhållit sitt material från en mycket grönstensfattig eller grönstensfri berggrund. Detta är ett resultat av stort intresse både från geologisk och skoglig synpunkt. Inom stora delar av vårt land, där rullstensåsarna ej på grund av låg sommarnederbörd bliva alltför torra marker, kunna de förväntas alstra en mycket god skogsproduktion, förutsatt att de bestå av stenrikt grus. Det finnes också i södra och mellersta Sverige talrika exempel på rullstensåsar med mycket god skogsproduktion, högre t. o. m. än hos omgivande moräner. Sådana exempel ha för mig tidigare demonstrerats av jägmästare J. DAHLGREN i Kosta revir. Mitt hitillsvarande, tyvärr föga omfattande material av basmineralindexbestämningar från dessa lokaler ger vid handen, att rullstensåsarna ha ett högt, omgivande moräner ett lågt värde.

I flere fall har jag med viss förvåning observerat en rik markvegetation med blåsippor och andra fordrande växter på sluttningar av rullstensåsar. En sådan lokal finnes i Södertäljetrakten nära södra kanalens mynning, en annan har jag hittat på egendomen Rödjenäs i Småland. Dylika fall få sin naturliga förklaring när det visats, att rullstensgruset ofta är särskilt rikt på de ganska starkt kalkhaltiga grönstensmineralen. I södra Småland och Halland har jag också observerat mycket växtliga bokbestånd å grovt, stenigt rullstensgrus. På försöksparken Tönnersjöheden i Halland finnas även granplanteringar av utomordentlig växtkraft på dylik mark med högt basmineralindex.

I alla de nu omtalade fallen har tydligen sommarnederbörden jämte jordmånskolloidernas vattenkvarhållande förmåga varit tillräcklig att medge en tillfredsställande vattenförsörjning åt vegetationen på rullstensgruset, och dess mineralogiskt goda egenskaper ha därför kunnat komma till sin rätt. I många fall särskilt i Norrland, äro rullstensgrusmarkerna ofta för torra, och bli i följd härav svagproducerande marker, trots en god mineralogisk sammansättning.

## KAP. VIII. NÅGRA SKOGLIGA SLUTSATSER AV DE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGARNA.

Mina undersökningars huvudresultat från skoglig synpunkt sett är, att de visa att grundorsaken till ett stort, sydsvenskt sandområdes svaga produktionsförmåga måste sökas i sandens mineralogiska beskaffenhet. Enskilda lokalers produktions- och förnygringsförhållanden kunna därjämte i betydlig grad vara påverkade av sekundära företeelser, särskilt råhumustäckets beskaffenhet men även av blekjorden och skenhällan (ortstenen). Humustäckets beskaffenhet är av speciellt intresse i detta sammanhang, ty den kan påverkas av skog- och markvårdsåtgärder. Ett råhumustäckes aktuella tillstånd beror av en mängd faktorer, av vilka markens mineralogiska kvalitet är en och därtill en synnerligen betydelsefull. Om man ser i stort, föreligger det därför också i allmänhet ett vackert statistiskt samband mellan markens humustillstånd och dess mineralogiska kvalitet. På mineralogiskt svaga marker kan emellertid, som ovan framhållits, även finna humustäcken av rätt god beskaffenhet, men då alltid i skogar, som äro någorlunda slutna eller som till för kort tid sedan varit så. De mineralogiskt svaga markerna äro med andra ord starkt känsliga för långvarig utglesning.

Förklaringen till det anförda är enkel och självfallen: Ett bestånd av äldre träd med väl utvecklade och djupgående rotsystem förmår tillgodogöra sig markmineralens näringsförråd i betydande utsträckning även i en mineralogiskt svag mark. Via förnamaterialet tillföres markytan en betydande del av de upptagna näringsämnen och humustäcket hålles härigenom i ett relativt aktivt tillstånd. Skulle ett bestånd utsättas för långvarig utglesning, uppstå fläckar, där denna tillförsel sinar, varvid humustäcket till sist inaktiveras. Å en mineralogiskt stark mark är en inaktivering av sådan orsak ej att befara, åtminstone ej i ödesdiger grad, ty i mineraljordens övre skikt frigöras ständigt genom vittring avsevärda mängder av växtnäringsämnen, även oberoende av de gamla trädens bearbetning av mineralen i markens djupare lager.

Med andra ord, på mineralogiskt svag mark kan humustäcket mycket lätt inaktiveras med alla de följdverkningar som detta medför. Denna process har jag nyligen belyst betr. Mölna försöksfält i en annan uppsats (TAMM 1936). En fara för heddegeneration föreligger alltså ständigt på de mineralogiskt svaga markerna, och har den väl inträtt, är dess följder ofta mycket svårbotade. Ett slags heddegeneration på mineralogiskt starka marker kan visserligen också stundom inträda, men i detta fall återvinner marken mycket lätt sin forna produktionsförmåga, om blott ett nytt bestånd grundas. Detta möter i regel på sådana marker ej heller några svårigheter. På de minera-



logiskt svaga markerna brukar däremot den framskridna heddegenerationen vara förbunden med betydande föryngringssvårigheter.

Tallhedarna inom undersökningsområdet framstå sålunda som resultat av heddegeneration på mineralogiskt svag mark. Visserligen kan man ej bevisa att heddegeneration orsakat dem, d. v. s. att föregående skogsgenerationer ha varit mossrikare än de nuvarande, men detta förefaller ytterst sannolikt med hänsyn till att skogar av *Vaccinium*typ förekomma även inom de allra svagaste områdena på mäktiga sandavlagringar med utpräglade blekjords- och ortstensbildningar. Från gamla lantmäterikartor kan endast hämtas den upplysningen, att t. ex. Habo kronopark jämte dess omgivningar i N. och S. bestå av »höga sandmoar med ljung och ung furuskog beväxt» (enl. uppgift på Geografisk karta över Habo socken av MÅRTEN BORELL, 1711), eller att markerna över huvud taget ha varit barrskogsklädda. Uppgiften på BORELLS karta kunde tydas som ett tecken på befintligheten av tallhedar, men beteckningen ung furuskog anger, att troligen markvegetationen ännu ej kommit i jämvikt efter någon brand eller stor kalavverkning.

Att södra Sveriges tallhedar och övergångsskogar, som stå tallhedarna nära, i allmänhet ha uppkommit på liknande sätt och alltså framför allt betingas av markens mineralogiska svaghet, förefaller ytterst troligt. Däremot är grundbetingelsen för största delen av de norrländska tallhedarna utan tvivel bristande markfuktighet, delvis sammanhängande med snösmältningsvattnets hastiga avrinnande ovan tjälen om våren (se WRETLIND, 1931, s. 265—268). Även i Norrland spela heddegenerationsprocesserna en stor roll (WRETLIND, 1931, s. 268—269, se även WRETLIND, 1934). Till följd av skillnaden i betingelser äro de högnordiska tallhedarna långt vanligare förekommande än de sydsvenska och de träffas ofta på marker, som i mineralogiskt avseende äro mycket tillfredsställande (hög basmineralindex), ja till och med på sand, som innehåller kalciumkarbonat, härrörande från siluriska kalkstenar (TAMM 1917, sid. 407—408). Inom N. Dalarnas mineralogiskt svaga områden (sandsten och porfyr) finnas dock talrika tallhedar, som i huvudsak betingas av den mineralogiska faktorn, enär markfuktigheten är betydande (TAMM 1921, s. 110).

Det är sålunda tvenne huvudfaktorer, som var för sig eller i förening med varandra betinga uppkomsten av tallhedar, nämligen markens mineralogiska faktor och dess fuktighetsfaktor. Därjämte medverka även sekundära faktorer, som sammanhänga med förnatillförseln och humustillståndet. — Det må här med skärpa framhållas, att det sagda alls icke gäller de sydvästsvenska ljunghedarna, vilka i stort sett hava andra uppkomstbetingelser, vilka i detta sammanhang måste lämnas åsido.

Ett annat resultat av stort skogligt intresse är att det grova, steniga rullstensgruset i det undersökta området har visat sig vara mycket rikt på förvegetationen värdefullt grönstensmaterial. Så är säkerligen ofta förhållandet

även i andra trakter, vilket i många fall synes förklara den goda skogsväxt, som ej sällan förefinnes på rullstensgrus.

Sålunda pekar undersökningens resultat på betydelsen av att känna till markens mineralogiska kvalitet. Detta kan numera på ett billigt och för de flesta grus- och sandjordar tillfyllestgörande sätt ske medelst basmineralindexmetoden i förening med okulär bedömning av jordens beskaffenhet. I fråga om moräner bör bestämningen av basmineralindex kombineras med mekanisk analys, som orienterar angående mängden av de finaste beståndsdelarna. Finnas sådana för handen i någorlunda stor mängd, äro de ofta avgörande för markens kvalitet, även om också i detta fall en hög basmineralindex måste ha sin betydelse.

Stundom kan emellertid rullstensgrus och även sand innehålla kalkstens- och skiffermaterial. I sådana fall kan ej basmineralindexmetoden ensam redovisa avlagringens kvalitet med hänsyn till skogens krav utan måste kompletteras med andra metoder (kalkbestämning, mekanisk analys och möjligen även andra). Sådana områden äro dock i vårt land i det stora hela undantagsfall, de förekomma endast i anslutning till områden med kalk- och skifferberggrund. I de ytterst få och till arealen obetydliga områden med nefelinförande bergarter, som finnas i vårt land måste basmineralindexmetoden användas med försiktighet, enär det lättvittrande och för vegetationen värdefulla mineralet nefelin på grund av sin låga specifika vikt ej redovisas av basmineralindex. Metodens egentliga användningsområde är våra områden av granit, gnejs, porfyr och leptit, inom vilka grönstenar i varierande mängd uppträda. I sandstens- och kvartssitområden har basmineralindex utan tvivel en något annan valör än i normala fall, eftersom den lättare fraktionen måste bli proportionsvis ännu kvartsrikare än i dessa.

## KAP. IX. SAMMANFATTNING AV RESULTATEN.

Som resultat av undersökningarna inom det svagproduktiva sandområdet i Hökensås-Lagadalen må här framhållas följande:

1. En sydsvensk podsölprofil med betydande humusanrikning och mörkt rostbrunt, nedåt ljusnande anrikningsskikt, alltså närmast en järnhumus-podsöl, kan utbildas å mark, som ej är influerad av ett högt grundvattenstånd, och avviker i detta hänseende från de nordsvenska järnhumus-podsölerna. I Sydsverige kan järnhumus-podsölen sålunda ej alltid användas som indikator på markens av grundvattnets nivå bestämda fuktighetstillstånd.

2. Podsöleringsgraden, mätt genom bestämning av blekjordens genom-

snittliga mäktighet, kan i Sydsverige ofta ej användas som ett mått på markens allmänna fuktighetstillstånd, ty den orsakas av allt att döma merendels av en vegetationsutveckling, som är vanskelig att bedöma.

3. Den starka podsoleringen å Hökensås jämfört med i Lagadalen kan sålunda icke antagas bero på någon genomsnittligt högre grad av fuktighet i marken. Den torde sammanhånga med vegetationsutvecklingen för vars närmare bedömande dock material f. n. saknas.

4. Icke blott blekjorden i de undersökta podsolprofilerna utan även anrikningsskiktet (rostjorden, resp. skenhällan) ha visat sig vara starkt påverkade av den kemiska vittringen, vilket yttrar sig genom ett lågt värde på basmineralindex. I detta hänseende avvika dessa podsolprofiler (liksom även andra, undersökta sydsvenska sådana) i hög grad från de hittills analyserade nordsvenska.

5. Orsaken till skogens allmänt svaga produktionsförmåga inom det undersökta området kan ej ligga hos klimatet, som företer stora variationer både med hänsyn till frostländighet och humiditet.

6. Den allmänna orsaken till det undersökta områdets svaga produktionsförmåga kan ej ligga i förekomst av skenhälla (ortsten), enär denna ingalunda förekommer överallt. I lokala fall är det däremot möjligt och troligt, att skenhällan skadar tallen genom att deformera dess rotsystem.

7. Den i norra hälften av det undersökta området ovanligt kraftigt utvecklade blekjorden måste antagas försvaga markens produktivitet, då den innebär att en mängd värdefulla beståndsdelar ha försvunnit ur markens översta lager genom vittring och urlakning. Den kan emellertid ej vara den allmänna grundfaktorn, som bestämmer skogstillståndet.

8. Humustäckets aktivitet påverkar i betydande grad skogstillståndet och sannolikt även markens produktionsförmåga. Tack vare att råhumustäckets å vissa marker har blivit inaktivt, är marken svårföryngrad och har en markvegetation, rik på ljung och renlav. Det har sålunda inträtt heddegeneration. Den allmänna orsaken till områdets svaga produktionsförmåga kan dock ej vara att söka i humustäckets beskaffenhet, som är en företeelse av sekundär natur.

9. Det geologiska underlagets vattenhållande förmåga kan ej vara den allmänna grundorsaken till områdets svaga produktionsförmåga, tydligtvis sammanhängande med att sommarnederbörden är tillräckligt stor för att medge mycket växtliga bestånd att trivas, även på ryggar av mäktigt rullstensgrus. Marker, som influeras av rörligt grundvatten, äro dock tydligt produktionskraftigare än andra med likartat geologiskt underlag.

10. Sandens fattigdom på värdefulla mineralbeståndsdelar, ådagalagd genom dess låga basmineralindex, är, med en sannolikhet, som gränsar till visshet,

den allmänna grundorsaken till det undersökta områdets svaga skogsproduktion. Bestånd, som äro undantag från regeln och uppvisa god produktion, ha merendels högre basmineralindex, för så vitt de ej stå på genomslade eller på finmaterial rika marker, i vilka senare fall basmineralindexmetoden ej ger uttryck för deras kemiska, resp. mineralogiska beskaffenhet.

11. Basmineralindexmetoden har visat sig vara ett utmärkt hjälpmedel för bedömning av sand- och grusmarker, som ej innehålla kalkspat eller skifferbeståndsdelar eller äro rika på finmaterial eller genomslas av grundvatten. Detta gäller emellertid främst sådana områden, där nederbörden under vegetationsperioden är tillräcklig för skogens vattenförsörjning. Inom andra områden (t. ex. ofta i övre Norrland) dikteras de svaga sandmarkernas produktionsförmåga otvivelaktigt av vattenbrist under vegetationsperioden och står ej i enkelt och klart samband med markens mineralogiska beskaffenhet, även om denna även i sådana fall ej saknar inflytande.

12. Den anmärkningsvärt höga skogliga produktionsförmågan hos rullstensgruset synes orsakas av att detta har en god mineralogisk beskaffenhet med värden på basmineralindex av högre storleksordning än den omgivande sandens.

13. Rullstensgrusets goda mineralogiska beskaffenhet, d. v. s. höga halt av grönstensmineral, synes sammanhånga med grönstenarnas mekaniska motståndskraft vid den allmänna krossningen och nötningen i isälvarna. En parallellism mellan stigande värden på halten av grövre beståndsdelar och på basmineralindex har konstaterats hos de undersökta sedimenten.

14. Då orsaken till det undersökta rullstensgrusets höga halt av grönstensmineral är av allmän natur, är det helt säkert mycket vanligt, att denna jordart är rik på grönstensmaterial. Detta förklarar sannolikt i många fall de mycket växtliga skogar, stundom med kalkväxter i markvegetationen, som man ej sällan finner på rullstensgrus i sådana trakter, där sommarnederbörden ej är för låg.

15. De utförda undersökningarna ge goda ledtrådar för bedömning av sydsvenska sandmarker i allmänhet. Säkerligen är produktionsförmågan hos dessa nära sammanhängande med den mineralogiska beskaffenheten. Så är även, som RAMANNS och WEIS' analyser antyda, troligen förhållandet i norra Tyskland och Jylland.

## TABELLBILAGA.

De utförda jordanalyserna meddelas här nedan i tabellerna 3—11. Med *rullstensgrus* avses i dessa ett på rullade stenar rikt, sandhaltigt grus, vars stenar (av storleken  $> 20$  mm) dock borttagits före analysens utförande. Som *grovgrus*,

*fingrus*, *grousand*, *mellansand*, *grovmå*, *finmo* betecknas de i tabellhuvudena i tabell 4 angivna, speciella kornstorleksgrupperna. Samtidigt användas samma termer enligt gängse språkbruk för avlagringar, som kännetecknas av att motsvarande kornstorleksgrupp dominerar. En mellansand är t. ex. en sand, där gruppen mellansand dominerar. Om en avlagring ligger på gränsen mellan tvänne, betecknas densamma med två namn med bindestreck, t. ex. *grousand-mellansand*. Om en avsevärd tillblandning förefinnes, anges det med ett adjektiv, t. ex. *grovmöig mellansand*. Med basmineralindex förstås städse procenten mineral med sp. vikt över 2,680 i mellansandfraktionen av de olika avlagringarna.

Die ausgeführten Bodenanalysen werden unten in den Tabellen 3–11 mitgeteilt. Die schwedischen Namen der verschiedenen Ablagerungen werden in folgender Weise ins Deutsche übersetzt: *Rullstensgrus*: ein sandiger Kies mit Geröll (Oskies), *Grougrus*: ein Kies, wo die Korngrößen 20–6 mm überwiegen, *Fingrus*: ein Kies, wo die Korngrößen 6–2 mm überwiegen. *Grousand*: ein Sand, wo die Korngrößen 2–0,6 mm überwiegen, *Mellansand*: ein Sand, wo die Korngrößen 0,6–0,2 mm überwiegen, *Grovmå*: ein Sand, wo die Korngrößen 0,2–0,06 mm überwiegen, *Finmo*: ein Schluff, wo die Korngrößen 0,06–0,02 mm überwiegen. Mit diesen schwedischen Namen werden auch die entsprechenden Korngrössefraktionen bezeichnet, wobei aber immer auch die entsprechenden Ziffern angegeben sind. Bei den Analysen von Rullstensgrus ist das grösste Material (Geröll > 20 mm) vor der Untersuchung entfernt worden. Mit Basmineralindex wird immer das Prozent der Mineralien von sp. Gewicht > 2,680 in der Korngrössefraktion 0,6–0,2 mm der verschiedenen Ablagerungen bezeichnet.

Tab. 3. Basmineralindex i podsolprofiler å sand från undersökningsområdet.

Basmineralindex in Podsolprofilen auf Sand des Untersuchungsgebietes.

A<sub>1</sub>: blekjord (Bleicherde), B<sub>1</sub>: övre rostjord, resp. skenhålla (obere Orterde, resp. Ortstein), B<sub>2</sub>: undre rostjord (untere Orterde), C<sub>1</sub>: sanden nära under B<sub>2</sub> (der Sand nahe unter B<sub>2</sub>).

Profilens läge Lage des Profils	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>
Mölna försöksfält.....	0,7	0,9	1,4	2,1
» » .....	0,4	0,8	2,0	3,3
» » .....	0,73	0,76	1,10	1,50
» » .....	0,64	0,81	1,29	1,90
Lagadalen, 8 km. N. Värnamo.....	0,27	0,46	1,35	1,47
» , 10,5 » » .....	0,38	0,73	1,16	2,10
» , 18 » » .....	0,14	0,55	0,65	1,73
» , 34 » » .....	0,43	0,60	0,85	1,75
» , 39 » » .....	0,45	0,70	1,57	2,13
» , 50 » » .....	0,44	0,48	0,60	1,52
Boeryd, Skogsvårdsstyrelsens provyta.....	0,36	0,34	0,59	1,60
Klämmestorp, Skogsvårdsstyrelsens provyta .....	0,19	0,64	1,26	1,98
Axamo, nära Dumme mosse.....	0,28	0,88	2,09	3,16
Krp. Haboskogen, Hökensås.....	0,28	0,50	0,66	0,87
» » .....	0,20	0,49	0,63	0,86
» » .....	0,17	0,64	—	1,06
» » .....	0,11	0,53	—	0,92

Tabell 4. Mekanisk sammansättning och basmineral-  
Mechanische Zusammensetzung und Basenmineral-

Profil nr. Profil Nr.	Provets karaktär o. djup Charakter der Probe u. Tiefe	Bas- mineral- index	Grovgrus 20—6 mm
Profil 8.	Mellansand..... 40—50 cm	2,03	—
» »	Mellansand..... 50—240 »	2,26	—
» »	Mellansand..... 240—250 »	2,60	—
Profil 17.	Grovs.—mellans. .... 50 »	1,90	9,2
» »	Grovs.—mellans. .... 60—140 »	2,50	—
» »	Mellansand..... 150—200 »	2,38	—
Profil 11.	Mellansand..... 40—50 »	1,83	2,4
» »	Mellansand..... 50—80 »	1,46	—
Profil 13.	Mellansand..... 50 »	1,58	—
Profil 14.	Mellansand..... 50—90 »	1,64	1,9
» »	Grovs.—mellans. .... 90—150 »	2,23	5,9

Tab. 5. Basmineralindex å sandprov från Mölna försöksfält.

Basenmineralindex verschiedener Proben des Sandes auf dem Versuchsfeld Mölna.

Profil o. djup Profil und Tiefe cm	Karaktär enl. mek. analys Charakter der Probe nach mechanischer Analyse	Basmineral- index
I: 40—80	Mellansand.....	2,10
I: 80—160	Mellansand.....	2,81
I: 160—200	Grovsand.....	3,74
I: 200—230	Mellansand.....	2,90
I: 230—250	Grovsand.....	3,30
II: 40—70	Mellansand.....	3,3
II: 70—160	Grovs.—mell.sand .....	3,10
II: 160—200	Grovsand.....	3,64
II: 200—250	Mellansand.....	3,5
III: 50—100	Mellansand.....	1,5
III: 100—130	Mellansand, grovmoig.....	2,7
IV: 20—60	Grovs.—mell.sand .....	3,00
IV: 70—130	Mellansand.....	2,20
VII: 50—110	Mellansand.....	2,9
VII: 120—160	Grovs.—mell.sand .....	3,5
VII: 170—200	Grus.....	4,14
IX: 60—80	Grovs.—mell.sand .....	3,4
IX: 105—120	Mellansand, grovmoig .....	2,2

index hos några sandprov från Axamoskogen.

index einiger Sandproben aus dem Wald Axamo.

Fingrus 6—2 mm	Grovsand 2—0,6 mm	Mellansand 0,6—0,2 mm	Grovmo 0,2—0,06 mm	Finmo 0,06—0,02 mm	Grovmjåla 0,02—0,006 mm	Finnmjåla 0,006—0,002 mm	Ler < 0,002 mm
%	%	%	%	%	%	%	%
—	4,9	91,9	1,5	0,2	0,2	0,2	1,1
—	7,2	89,5	2,2	0,1	0,3	0,1	0,6
—	2,4	92,8	3,7	—	0,2	0,3	0,6
7,4	20,1	53,5	4,6	1,2	0,6	0,6	2,8
2,8	15,1	76,1	3,4	0,8	0,2	0,2	1,4
1,6	7,4	82,5	6,6	0,7	0,2	—	1,0
4,1	15,2	66,8	7,8	1,4	0,6	0,4	1,3
1,5	9,4	81,2	6,1	0,2	0,0	0,4	1,2
—	1,8	92,7	4,1	0,4	0,2	0,2	0,6
3,9	11,6	74,7	4,5	1,1	0,3	0,4	1,6
5,1	23,7	58,7	3,9	0,5	0,5	0,5	1,2

Tab 5. (Forts.)

Profil o. djup Profil und Tiefe cm	Karaktär enl. mek. analys Charakter der Probe nach mechanischer Analyse	Basmineral- index
XI: 40—100	Grovs.—mell.sand . . . . .	2,7
XI: 100—175	Grovs.—mell.sand . . . . .	3,3
XII: 30—50	Mellansand . . . . .	2,5
XII: 100—110	Grovsand . . . . .	3,3
XIII: 30—50	Mellansand . . . . .	2,61
XIV: 100—110	Mellansand . . . . .	2,59
XV: 30—50	Mellansand . . . . .	2,1
XV: 60—90	Grovs.—mell.sand . . . . .	3,74
XV: 90—140	Mellansand . . . . .	3,93
XV: 180—200	Mellansand . . . . .	2,6
XVIII: 50—100	Mellansand . . . . .	2,63
XVIII: 100—150	Mellansand . . . . .	2,93
XVIII: 150—200	Mellansand . . . . .	3,27
XVIII: 200—255	Mellansand . . . . .	3,0
XX: 40—50	Mellansand . . . . .	1,90
XX: 50—100	Mellansand . . . . .	2,66
XX: 100—130	Grovs.—mell.sand . . . . .	2,93
XX: 130—180	Mellansand . . . . .	2,99
XX: 180—250	Mellansand . . . . .	2,20

Tab. 6. Mekaniska analyser av sandprov från Mölnafältet och Malingsbo.  
 Mechanische Analysen von Sandproben aus dem Versuchsfeld Mölna und aus Malingsbo.

	Grus 20—2 mm	Grovsand 2—0,6 mm	Mellansand 0,6—0,2 mm	Grovmo 0,2—0,06 mm	Finmo 0,06— 0,02 mm	Mjåla 0,02— 0,002 mm	Ler < 0,002 mm
1. Medeltal av 22 st. typiska mellansandsprov, <i>Mölna</i> .... Mittel aus 22 Proben aus <i>Mölna</i> .	4,9	25,2	64,5	3,5	0,5	0,4	0,6
Maximi- och minimivärden ..... Höchst- und Mindestwerte.	0,9—14,0	7,8—35,7	49,6—82,9	1,7—7,1	0,1—1,7	0,1—0,9	0,1—1,4
2. Grovmoig mellansand, <i>Mölna</i> .....	1,7	26,6	49,1	20,4	0,8	0,5	0,6
3. Grovmoig mellansand, <i>Mölna</i> .....	0,7	1,8	76,4	20,2	0,4	0,2	0,3
4. Medeltal av 12 st. prov av grövre sand, <i>Mölna</i> ..... Mittel aus 12 Proben aus <i>Mölna</i> .	15,5	41,1	37,8	3,0	0,9	0,6	0,8
Maximi- och minimivärden..... Höchst- und Mindestwerte.	7,4—45,3	31,9—49,4	15,3—45,0	1,3—3,8	0,4—1,3	0,3—1,0	0,5—0,9
5. Grovsand, åsplatå, <i>Malingsbo</i> , 0,5 m dj. .... Sand, Osplateau, <i>Malingsbo</i> , 0,5 m Tiefe.	3,0	64,3	26,8	3,1	1,2	0,9	0,7
6. Samma profil som 5, 1 m dj. .... Dasselbe Profil wie 5, 1 m Tiefe.	6,3	57,4	30,5	3,9	0,9	0,6	0,4
7. » » » » 2 » » .....	6,4	52,7	36,1	3,0	1,0	0,2	0,6
8. » » » » 3 » » .....	9,4	67,4	18,4	2,9	0,5	0,7	0,7
9. » » » » 3,5 » » .....	1,1	46,2	45,7	4,8	0,8	0,7	0,7
10. » » » » 3,6 » » .....	2,8	22,2	41,0	28,3	3,1	1,4	1,2
11. » » » » 4 » » .....	—	28,2	50,8	17,7	2,1	0,8	0,4
12. » » » » 5 » » .....	—	2,8	34,2	53,8	6,7	1,6	0,9
13. » » » » 6 » » .....	0,4	35,1	56,1	7,1	0,9	0,2	0,2



Tab. 7. Basmineralindex å prov från kronoparken Haboskogen.

Basenmineralindex verschiedener Proben aus dem Staatswald Haboskogen. Erklärung  
s. S. 49.

Profil och djup i cm Profil und Tiefe in cm	Provets karaktär Charakter	Basmineral- index
I: 50—60	Mellansand.....	0,82
I: 80—90	Mellansand.....	1,05
I: 100—110	Grovmo.....	0,88
II: 50—60	Mellansand.....	0,88
III: 60—70	Mellansand.....	0,90
V: 60	Grovmo.....	1,14
VI: 60	Mellansand.....	0,65
VIII: 40—50	Rullstensgrus.....	17,33
IX: 60	Rullstensgrus.....	9,48
X: 40—50	Mellansand.....	0,60
XI: 50—60	Mellansand.....	0,56
XII: 40	Mellansand.....	0,62
XIII: 40—50	Mellansand.....	0,50
XIV: 40	Mellansand.....	0,72
XV: 50	Mellansand.....	0,45
XVI: 60	Grovsand—mell.sand.....	0,62
XVII: 50—60	Mellansand.....	0,87
XVIII: 50	Grovmo med finmo.....	0,90
XIX: 30—40	Mell.sand—grovmo.....	0,65
XX: 40	Grovmo.....	0,57
XXI: 50	Mellansand.....	0,73
XXII: 50	Rullstensgrus.....	23,21
XXIII: 40	Rullstensgrus.....	17,21
XXIV a 40	Rullstensgrus, ngt.....	2,77
XXIV b 40	Rullstensgrus, ler- o. mjalblandat.....	3,65
XXV: 50	Rullstensgrus.....	10,35
XXVI: 50	Grovs.—mell.sand.....	3,69
XXVII: 50	Mellansand.....	1,98
XXIX: 60	Rullstensgrus.....	22,18
XXX: 50	Mell.sand—grovmo.....	1,90
XXXI: 50	Rullstensgrus.....	12,70
XXXII: 50—60	Mell.sand—grovmo.....	0,87
XXXIII: 50	Rullstensgrus.....	12,55
XXXIV: 50	Rullstensgrus.....	9,83
XXXV: 60	Rullstensgrus.....	17,18
XXXVI: 60	Mell.sand, ngt grovmoig.....	0,74
XXXVII: 60	Mell.sand, ngt grovmoig.....	0,10
XXXVIII a 50	Rullstensgrus.....	26,03
XXXVIII b 50	Rullstensgrus.....	25,20
XXXIX: 50	Mell.sand m. fingrus. o. grovs.....	1,60
XL: 70—80	Mell.sand—grovmo m. grovs. o. fingrus.....	1,43
XLI a 50	Mell.sand m. grus o. grovs.....	1,56
XLI b 50	Mell.sand m. grovs.....	1,01
XLII a 50	Grovmo.....	0,99
XLII b 50	Grovmo.....	1,13
XLIII: 50	Mell.sand—grovmo.....	0,86
XLIV: 60	Mellansand.....	0,77
XLV: 60	Mellansand.....	3,35
XLVI: 30—40	Mell.sand—grovmo.....	3,11
XLVII: 60—70	Mell.sand med grovs. o. grus.....	3,16
XLVIII a 50	Mell.sand—grovmo.....	2,28
XLVIII b 40	Mell.sand.....	2,62
XLIX: 50	Grovmo, ngt sandig.....	1,34
L: 50	Grovmoig mellansand.....	1,38

Tab. 8. Basmineralindex å prov från Lagadalen (utmed landsvägen Värnamo—Vaggeryd) och utmed vägen Vaggeryd—Jönköping.

Basenmineralindex verschiedener Sandproben aus dem Lagatal und der Gegend N von Vaggeryd. Erklärung s. S. 49.

Lokal Lokalitet	Djup i cm Tiefe in cm	Karaktär Charakter	Basmineral- index
3,7 km N om Värnamo	70	Finmoig grovmo.....	0,73
5,3 » » » »	100	Grovmo.....	1,30
6,4 » » » »	45	Grovmo.....	1,42
8,0 » » » »	50	Mellansand.....	1,47
9,1 » » » »	45—50	Mellansand.....	1,57
10,5 » » » »	50	Mellansand.....	2,10
11,6 » » » »	50	Mellansand.....	2,04
13,0 » » » »	50	Mellansand.....	2,56
14,5 » » » »	50	Grovmoig mellansand.....	1,04
16,0 » » » »	65	Mellansand.....	1,21
16,8 » » » »	60	Mellansand.....	1,05
18,0 » » » »	55	Mellansand.....	1,73
19,5 » » » »	60	Grovsand.....	2,70
21,8 » » » »	60	Mellansand.....	2,00
23,0 » » » »	60	Mellansand.....	1,92
24,0 » » » »	60	Mellansand.....	2,23
25,0 » » » »	50—60	Grovsandig mell.sand.....	3,24
26,0 » » » »	50	Grov mellansand.....	2,41
27,0 » » » »	50	Mellansand.....	1,95
28,0 » » » »	50	Grovsand. mell.sand.....	2,21
1,4 km N om Skillingaryd	50	Grov mell.sand.....	2,25
2,6 » » » »	60	Grovsand—mell.sand.....	3,00
3,6 » » » »	60	Grovsand—mell.sand.....	2,35
4,6 » » » »	60	Mell.sand—grovmo.....	1,75
5,6 » » » »	60	Grovsandig mellansand.....	1,98
6,8 » » » »	70	Grovsand.....	2,66
Vaggeryd	60	Grovsand.....	2,13
Vaggeryd	50	Grovsand—mell.sand.....	2,71
2 km N om Vaggeryd	60	Grusblandad mell.sand.....	2,37
3 » » » »	50—60	Fingrus—grovsand.....	4,23
5 » » » »	60	Stenblandad, grusig mell.sand...	3,22
6 » » » »	60—70	Mellansand.....	2,18
7 » » » »	60	Grus—grovsand.....	3,02
8 » » » »	60	Grovsand—mell.sand.....	2,06
9,6 » » » »	50	Mellansand—grovmo.....	1,34
10,7 » » » »	50	Grovsand—mell.sand.....	1,52
11,9 » » » »	50	Rullstensgrus.....	2,85
13 » » » »	50	Rullstensgrus.....	5,16
14 » » » »	60—70	Rullstensgrus.....	4,64
15,3 » » » »	60	Mell.sand.....	1,82
17,9 » » » »	50	Mell.sand.....	2,12
18,1 » » » »	50—60	Rullstensgrus.....	8,27
20,5 » » » »	40—50	Mell.sand.....	2,22
23,1 » » » »	50—60	Grovsand—mell.sand.....	2,08
Barnarps backe	50—60	Grovmoig mell.sand.....	1,28

Tab. 9. Basmineralindex å prov från Flahult—Axamo, Habo-trakten, Hökensås (utom kronoparken Haboskogen), Svedudden.

Basenmineralindex verschiedener Sandproben aus Flahult—Axamo, der Gegend von Habo, Hökensås (ausser dem Staatswald Haboskogen), Svedudden. Erklärung s. S. 49.

Lokal Lokalitet	Djup i cm Tiefe in cm	Karaktär Charakter	Basmi- neral- index
Analyser år 1935:			
Flahult	75	Grovsand—mell.sand . . . . .	2,02
Vid Nissastigen, nära Axamo	60	Grovsand—mell.sand. . . . .	2,36
Vid Nissastigen, Axamo	50	Grus—grovsand . . . . .	3,16
Vid Axamo, intill Dumme mosse	60	Grus—grovs.—mell.sand . . . . .	2,54
» » » » »	50	Mell.sand. . . . .	2,15
» » » » »	50	Fingrus—grovs.—mell.sand. . . . .	2,96
» » » » »	50—60	Fingrus—grovs.—mell.sand. . . . .	2,24
» » » » »	270—280	Finmo . . . . .	1,28
» » öster om Nissastigen	60	Grus. . . . .	4,96
» » vid Nissastigen		Mellansand . . . . .	2,01
» Skogsliden	50	Mellansand—grovmö . . . . .	1,50
Tuvebo (Habo s:n)	60—70	fingrusig mell.sand . . . . .	4,36
» » » » »	70—80	Rullstensgrus . . . . .	6,65
» » » » »	40	Mells. med grus o. grovs. . . . .	4,64
» » » » »	40—50	Mell.sand. . . . .	3,45
Västerlid, S om Habo kyrka	50	Grus—grovsand . . . . .	4,36
» » » » »	50	Grovsand—mell.sand . . . . .	3,82
Södra Hökensås, nära Luktåsen	50	Mell.sand—grovmö med finmo . . . . .	1,34
» » vid Luktåsen	50—60	Rullstensgrus . . . . .	8,39
» » » » »	70—80	Rullstensgrus . . . . .	7,60
» » » » »	30	Mellansand . . . . .	3,16
» » söder om Habo- skogen	100	Rullstensgrus . . . . .	8,27
» » söder om Habo- skogen	50	Grus—grovs.—mell.sand. . . . .	5,56
» » söder om Habo- skogen	50	Mell.sand m. ngt.grus . . . . .	5,53
» » nära Dalen	50	Mell.sand—grovmö . . . . .	1,37
» » » » »	50	Mell.sand—grovmö . . . . .	1,29
Hökensås, 3 km N om Haboskogen	90	Mell.sand—grovmö . . . . .	1,16
» 5 » » » »	80—90	Mellansand . . . . .	2,67
Hökensås, Svedmon	50—60	Mell.sand. . . . .	2,49
» » » » »	50	Mell.sand—grovmö . . . . .	1,98
» » » » »	80	Grovmö . . . . .	1,68
» » » » »	60	Mell.sand—grovmö med grus . . . . .	2,23
» » » » »	50—60	Mellansand . . . . .	1,85
» » » » »	50	Rullstensgrus . . . . .	2,26
» vid Baskarp	100	Grovt rullstensgrus . . . . .	30,29
Svedudden, invid Vättern		Gjuterisand. Mell.sand. . . . .	1,52
Sandplåtå vid Svedudden	50	Grus—grovs.—mell.sand. . . . .	2,73
» » » » »	50	Grovs.—mell.sand med grus . . . . .	2,45
» » » » »	50	Mellansand m. grus. . . . .	1,87
Hökensås, V. om Brandstorp	80	Grovmö . . . . .	0,60
» » » » »	50	Rullstensgrus . . . . .	6,28
» N om Alvasjön	60	Grovsand. . . . .	1,60
» NNW » » »	60	Mellansand . . . . .	1,38
» NW » » »	70	Mell.sand, grövre . . . . .	3,50
» Havsjöberg	80	Rullstensgrus . . . . .	7,06
» NO Källefall	60	Rullstensgrus . . . . .	14,74
» 1 km NO om föreg. lokal	50—60	Grus—grovs. . . . .	2,90

Tab. 9. (Forts.)

Lokal Lokalitet	Djup i cm Tiefe in cm	Karaktär Charakter	Basmi- neral- index
Hökensås, 2 km NO om föreg.	50—60	Grus—grovs.—mell.sand . . . . .	3,76
» , 1 km NO om föreg.	50—60	Grus—grovs. . . . .	3,42
» , 2 km O om föreg.	50—60	Mell.sand . . . . .	1,90
Analyser år 1936:			
Boeryd, provyta.	40—50	Mellansand . . . . .	1,56
» »	60—65	Grovs.—mellans. . . . .	1,60
» »	100	Grusig grovs.—mell.s. . . . .	2,17
» »	150	Mellansand . . . . .	1,40
» »	190	Grovs.—mellans. . . . .	2,22
» »	100—110	Grus . . . . .	3,35
» »	70	Grus . . . . .	10,53
» »	40—50	Grovmo . . . . .	0,72
» »	40	Grovmo . . . . .	2,84
Trälemon.	80	Grovsandig mellans. . . . .	2,33
» »	60	Grovsandig mellans. . . . .	1,74
» »	140	Grovsand . . . . .	2,58
» »	190	Grovsand . . . . .	2,32
Klämmestorps provyta.	30—60	Mellans.—grovmo . . . . .	1,74
» »	170—180	Grovsandig mellans. . . . .	2,20
» »	50—60	Mellans.—grovmo . . . . .	1,71
» »	35—42	Grovsand—mellans. . . . .	1,98
» »	70—80	Grovmo . . . . .	2,20
» »	90—100	Mellansand . . . . .	1,86
» »	120—180	Grovsand . . . . .	2,57
» »	200—210	Grusig grovsand . . . . .	1,82

Tab. 10. Mekanisk sammansättning och basmineralindex å prov från kronoparken Haboskogen.

Mechanische Zusammensetzung und Basenmineralindex verschiedener Proben aus dem Staatswald Haboskogen. Erklärung s. S. 49.

Okulär beteckning Charakter der Probe nach Okularbeurteilung	Basmineral- index	Grovgrus 20—6 mm	Fingrus 6—2 mm	Grovsand 2—0,6 mm	Mellansand 0,6—0,2 mm	Grovmo 0,2—0,06 mm	Finmo 0,06—0,02 mm	Grovmjåla 0,02—0,006 mm	Finmjåla 0,006—0,002 mm	Ler 0,002 mm V
1. Rullstensgrus . . . . .	17,33	29,1	36,6	15,6	10,8	3,7	2,2	0,9	0,4	0,7
2. Rullstensgrus . . . . .	23,21	21,4	31,2	29,6	8,8	3,9	2,8	1,0	0,6	0,7
3. Rullstensgrus, något ler- blandat. . . . .	3,65	11,8	13,2	15,0	36,8	7,2	4,0	6,3	4,2	1,5
4. Mellansand . . . . .	0,82	—	—	3,8	65,5	29,4	0,5	0,0	0,3	0,5
5. Mellansand . . . . .	1,05	—	0,3	9,2	56,3	32,4	1,2	0,1	0,0	0,5
6. Grovmo . . . . .	0,88	—	—	1,1	37,5	56,4	4,2	0,3	0,0	0,5
7. Mellansand . . . . .	0,50	—	—	10,3	62,6	25,2	0,9	0,3	0,2	0,5
8. Mellansand . . . . .	0,45	—	—	8,0	84,1	7,2	0,0	0,4	0,1	0,2
9. Grovmo med mell.sand och finmo . . . . .	0,57	—	—	2,1	35,0	48,0	6,8	3,1	2,1	2,9
10. Finmo . . . . .	0,89	—	—	5,6	28,7	22,9	17,6	12,0	7,9	5,3
11. Grovmo med något finmo	0,90	—	2,5	4,8	48,1	21,3	11,5	4,6	3,5	3,7
12. Mellansand—grovmo . .	0,65	—	3,6	7,1	53,6	29,3	2,8	0,8	0,7	2,1
13. Mellansand . . . . .	1,46	—	—	7,9	77,1	13,9	0,3	0,3	0,3	0,2
<i>Profil A:</i>										
14. Blekjord, 6—22 cm dj..	0,11	—	—	5,2	58,5	31,6	2,9	0,7	0,5	0,6
15. Ortsten, 22—27 . . . . .	0,64	—	1,4	5,4	62,3	24,7	2,4	1,1	0,6	2,1
16. Grovmo-mell. sand, 32-50	1,06	1,5	1,3	5,2	56,3	29,6	3,7	0,9	0,4	1,1
17. Grovmo-mell.sand, 50- 100 . . . . .	1,34	—	—	3,2	51,2	40,0	4,4	0,6	0,0	0,6
18. Finmoig grovmo, 100- 110 . . . . .	1,04	—	—	1,3	23,6	54,8	17,3	1,4	0,5	1,1
19. Mellansand 110-230 . . .	0,68	0,4	1,2	6,4	78,6	11,6	1,2	0,2	0,0	0,4
20. Finmoig grovmo, 230- 250 . . . . .	1,19	—	—	0,7	15,3	57,5	22,7	2,6	0,7	0,5
21. Mellansand, 250-300 . .	0,84	—	—	3,9	76,2	18,7	0,5	0,1	0,4	0,2
22. Finmoig grovmo, 300- 340 . . . . .	1,00	—	—	0,6	9,8	57,5	26,7	3,7	1,1	0,6
<i>Profil B:</i>										
23. Blekjord, 6-22 . . . . .	0,11	—	—	6,8	64,5	23,6	2,4	0,8	0,3	0,6
24. Ortsten, 22-27 . . . . .	0,53	1,7	1,2	7,7	69,0	15,3	1,8	1,0	1,7	0,6
25. Mellansand, 38-50 . . . .	0,92	—	1,3	12,4	64,0	18,9	2,1	0,3	0,1	0,9
26. Mellansand, 50-70 . . . .	0,84	—	1,3	10,9	79,7	7,5	0,1	0,2	0,2	0,1
27. Grovmo, 70-130 . . . . .	0,75	—	0,5	1,6	23,7	63,3	8,4	1,8	0,2	0,5
28. Grovmo, 130-220 . . . . .	0,48	—	—	0,3	29,0	61,9	7,1	1,2	0,0	0,5
29. Grovmo, 220-280 . . . . .	0,70	—	—	0,3	42,2	54,0	2,8	0,3	0,1	0,3
30. Grovmoig finmo, 280-300	0,79	—	—	0,4	4,5	28,6	49,8	13,9	1,5	1,3

Tab. II. Kemiska analyser av sandprov från Mölna försöksfält och från Malingsbo.  
Chemische Analysen von zwei Sandproben aus dem Versuchsfeld Mölna und aus Malingsbo.

a: analysen, b: den humus- och vattenfria sandens sammansättning.

a: die Analyse, b: die Zusammensetzung der humus- und wasserfreien Substanz.

	M ö l n a		M a l i n g s b o	
	a %	b %	a %	b %
H <sub>2</sub> O (105° C).....	0,26	—	0,63	—
Glödförlust (humus).....	0,46	—	0,47	—
SiO <sub>2</sub> .....	85,59	86,55	76,78	77,72
TiO <sub>2</sub> .....	0,12	0,12	0,11	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,39	7,46	11,43	11,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,42	1,44	2,12	2,14
MgO.....	0,28	0,28	0,76	0,77
CaO.....	0,52	0,53	1,14	1,15
Na <sub>2</sub> O.....	1,28	1,29	3,34	3,37
K <sub>2</sub> O.....	2,31	2,33	3,09	3,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	ej best.	ej b.	0,07	0,07
S:a	99,63	100,00	99,94	100,00
Basmineralindex.....	—	2,91	—	10,50

## ANFÖRD LITTERATUR.

- AALTONEN, V. T. 1935. Zur Stratigraphie des Podsolprofils besonders vom Standpunkt der Bodenfruchtbarkeit. I. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 20:6 Helsingfors.
- GRANLUND, E. 1932. De svenska högmossarnas geologi. Deutsches Referat: Die Geologie der schwedischen Hochmoore. Sveriges geologiska Undersöknings Årsbok 26. Stockholm.
- HAMBERG, H. E. 1908. Lufttemperaturer i Sverige. Bih. till meteorologiska iakttagelser i Sverige 49. Stockholm.
- HESSELMAN, H. 1915. Jordmänen i Sveriges skogar. Skogsvårdsföreningens folkskrift nr. 27—28. Stockholm.
- 1917. Om våra skogsförnyringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnyring. English Summary: On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Salpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of Coniferous Forests. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt 13—14, s. 923—1076. Stockholm.
- 1932. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. Deutsches Referat: Über die Humidität des Klimas Schwedens und ihre Einwirkung auf Boden, Vegetation und Wald. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt, 4. s. 515—559. Stockholm.
- 1936. Om tallens förnyringssvårigheter i åsgropar. Svenska Skogsvårdsföreningens tidskrift, årg. 1936, s. 385—395, Stockholm.
- MÜLLER, P. E. 1887. Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin.
- RAMANN, E. 1885. Ueber die Verwitterung diluvialer Sande. Jahrb. der Königl. Preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie für das Jahr 1884. Berlin.
- 1886. Der Ortstein und ähnliche Secundärbildungen in den Diluvial- und Alluvial-Sanden. Jahrb. der Königl. Preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie für das Jahr 1885. Berlin.

- ROMELL, L. G. 1922. Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. Die Bodenventilation als ökologischer Faktor. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt, 19. s. 125—359. Stockholm.
- TAMM, O. 1917. Bidrag till kännedom om kalkens urlakning ur den jämtländska skogsmarken. Skogshögskolans festskrift av år 1917, s. 400—412. Stockholm.
- 1920. Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. Deutsches Referat: Bodenstudien in der nordschwedischen Nadelwaldregion. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt 17, s. 49—300, Stockholm.
- 1921. Om berggrundens inverkan på skogsmarken. Med specialstudier inom Värmlands hyperittrakter. Deutsches Referat: Über die Einwirkung der festen Gesteine auf den Waldboden. Mit Spezialstudien in den Hyperitgegenden Värmlands. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt 18, s. 105—164, Stockholm.
- 1931. Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterränger, Deutsches Referat: Studien über Bodentypen und ihre Beziehungen zu den hydrologischen Verhältnissen in nordschwedischen Waldterrains. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt 26, Stockholm.
- 1934 a. En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. Deutsches Referat: Eine Schnellmethode für mineralogische Bodenuntersuchung. Svenska Skogsvårdsföreningens tidskrift, årg. 1934, s. 231—250, Stockholm.
- 1934 b. Om mekanisk analys av svenska skogsjordar. Deutsches Referat: Über die mechanische Analyse von schwedischen Waldböden. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt 27. s. 289—312. Stockholm.
- 1936. Om ett försök med björkföryngring i markförbättrade syfte på svag sandmark i södra Sverige. Deutsches Referat: Ein Versuch mit Birkenverjüngung zwecks Bodenverbesserung auf schwachem Sandboden in Südschweden. Svenska Skogsvårdsföreningens tidskrift, årg. 1936, s. 266—241, Stockholm.
- WEIS, Fr. 1929. Fysiske og Kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder. English summary: Physical and Chemical Investigations on Danish Heath Soils (Podsols). Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. VII, 9 Köpenhamn.
- WRETILIND, J. E. 1931. Bidrag till belysande av de norrländska tallhedsproblemen. Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift årg. 1931, s. 263—314, Stockholm.
- 1934. Naturbetingelserna för de nordsvenska järnpodsolerade moränmarkernas tallhedar och mossrika skogssamhällen. Deutsche Zusammenfassung: Die Naturbedingungen für die Entstehung der Kiefernheiden und Hylocomiumreichen Waldgesellschaften der nordschwedischen eisenpodsolierten Moränenböden. Sv. Skogsvårdsföreningens tidskrift, årg. 1934, s. 329—396, Stockholm.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Über die schwachproduktiven Sandböden auf dem Hökensås und im oberen Lagatal, Südschweden.

Fig. 1, S. 3 zeigt das untersuchte Gebiet von sandigen und kiesig-sandigen Sedimenten auf dem Hökensås und im oberen Lagatal, welches gleichzeitig ein Gebiet von schwachproduktiven Kiefernwäldern ist. Vereinzelt kommen jedoch auch hochproduktive Bestände vor, wo der Sand Beimischungen von feinkörnigen Bestandteilen hat, oder wo er von Moräne in geringer Tiefe unterlagert ist, oder wo er von seitlichen Grundwasserströmen beeinflusst wird. Auch pflegt der Waldwuchs auf grobem Oskies sehr gut zu sein.

Im Jahre 1922 wurde von Länsjägmästare W. LOTHIGIUS in Zusammenarbeit mit der naturwissenschaftlichen Abteilung der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens ein Versuchsfeld (bei Mölna, s. Fig. 1) im schwachproduktiven Sandgebiet angelegt. Die wissenschaftliche Arbeit in Verbindung mit den Versuchen wurde mir von dem Direktor der Abteilung, Professor H. HESSELMAN, übergeben. Es schien mir dabei notwendig, die wirkliche Ursache der Bodenschwäche zu erforschen, besonders weil es in Schweden auch mächtige, grobe Sande gibt, die durch einen ausgezeichneten Kiefernwuchs gekennzeichnet sind. Es erwies sich bald als notwendig, die Böden des Versuchsfeldes nicht allein, sondern in ihrem Zusammenhang mit denjenigen des grossen Sedimentgebiets (Fig. 1) zu studieren. — Eine erste Mitteilung über die Resultate auf dem Versuchsfeld Mölna ist schon veröffentlicht worden (TAMM 1936).

### KAP. I—III. HÖHENVERHÄLTNISSE, KLIMA, WALDTYPEN DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS.

Das untersuchte Gebiet liegt in einer Höhe von 280—155 m über Meeresniveau und 190—140 m über dem Wettersee.

Die Temperaturverhältnisse sind aus Tabelle 1, S. 6 ersichtlich. Bedeutende Teile des Gebietes sind durch häufige Sommernachtfröste gekennzeichnet, was indessen nicht für die näheren Umgebungen des Wettersees gilt. Der Niederschlag, und infolgedessen die Humidität, ist sehr wechselnd. Am Wetterseeufer kann man mit einem jährlichen Niederschlag von etwa 500 mm rechnen, gegen Westen und Süden vom See mit viel mehr, bis 700—800 mm. Die Humiditätszahl nach MARTONNE-HESSELMAN (HESSELMAN 1932) wechselt zwischen 37 und 51. Das Ufer des Wettersees hat nur 32.

Die Wälder gehören zum grössten Teil dem *Vaccinium*typus (s. Fig. 2 und 6) an. Es sind Kiefernwälder, mit etwas Fichteneinmischung, deren Bodenvegetation hauptsächlich aus *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis idaea* in einem Teppich von *Hylocomium parietinum*, *Dicranum undulatum* und *Hylocomium proliferum* besteht. Auch kommen vor etwas *Calluna vulgaris* und Flechten: *Cladina rangiferina* und *C.*



*silvatica*. Tabelle 2, S. 10 gibt einige Daten für zwei Probeflächen aus Wäldern von *Vaccinium*typus. Probefläche Nr. 1 dürfte ein ganz normaler Bestand sein, Nr. 2 dagegen etwas schwächlicher als normal.

Besonders auf dem Hökensås gibt es ausserdem flechtenreiche Kiefernwälder, sogenannte Kiefernheiden (s. Fig. 3), die fast frei von Fichten sind, mit einer Bodenvegetation hauptsächlich von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea* und Flechten: *Cladonia rangiferina*, *C. silvatica*, *C. alpestris*, sowie etwas Moosen: hauptsächlich *Hylocomium parietinum*. Zahlreiche Übergangstypen zwischen den *Vaccinium*-wäldern und den Kiefernheiden kommen auch vor (Fig. 4). Die Verjüngungsbedingungen auf Kahlschlägen sind in den *Vaccinium*wäldern ziemlich gut, in den verheideten Wäldern dagegen oft schlecht. Verheidung scheint leicht in den Lücken der *Vaccinium*wälder einzutreten.

#### KAP. IV. DAS BODENPROFIL.

Etwa 300 Bodenprofile sind untersucht worden. Fig. 5 und 6 zeigen ein Bodenprofil, das für den nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets (Hökensås) typisch ist. Es zeigt einen 6—7 cm dicken Rohhumus, unterlagert von kräftig entwickelter Bleicherde und Ortstein, etwa wie in den nordwestdeutschen und dänischen Heiden. Die Bleicherde ist durchschnittlich 15—20 cm dick und der B-Horizont oben dunkel rostbraun gefärbt und ziemlich humos. Unten ist er lichter rostgefärbt. Die Ortsteinschicht ist indessen nie ganz zusammenhängend, sondern die Baumwurzeln finden immer Punkte, wo sie durchdringen können (s. Fig. 5). Mehrmals fehlt der Ortstein ganz und ist durch eine dunkel rostbraune Orterde ersetzt. Auch die durchschnittliche Mächtigkeit der Bleicherde schwankt etwas.

Fig. 7 zeigt ein Podsolprofil, das für den südlichen Teil des untersuchten Gebiets (das Lagatal) ganz typisch ist. Der Ortstein fehlt hier fast immer, der Bleichsand ist dünn. Der Rohhumus ist 4—5 cm dick, die Orterde ist oben ziemlich dunkel rostbraun, unten lichter gefärbt.

In chemisch-mineralogischer Hinsicht sind die Podsolprofile beider Typen vor allem durch eine kräftige chemische Verwitterung der Mineralien in den oberen Schichten des Profils gekennzeichnet. Dies wird in Tabelle 3, S. 49, durch Bestimmungen des Basenmineralindex in verschiedenen Schichten mehrerer Podsolprofile erläutert. Betreffe der Methode s. weiter unten S. 63 und TAMM (1934).

Es kommen also bedeutende Unterschiede in dem Podsolierungsgrad der verschiedenen Teile des Untersuchungsgebiets vor, was durchaus nicht durch die verschiedene Humidität des Klimas erklärt werden kann. Die Klarstellung der wirklichen Ursache muss künftigen Forschungen überlassen bleiben; sie dürfte mit der Entwicklung der früheren Vegetation in Verbindung stehen.

#### KAP. V. DIE URSACHEN DES SCHWACHEN PRODUKTIONS- VERMÖGENS. DIE BEDEUTUNG DES BODENPROFILS.

**Der Ortstein.** Bekanntlich hat man dem Ortstein eine grosse Rolle für die Verjüngungsschwierigkeiten der dänischen Heideböden zugeschrieben. HESSELMAN (1915, S. 15) hat nachgewiesen, dass die Wurzeln der Kiefern auf den Böden des Hökensås durch Ortsteinschichten deformiert werden können. Dies kann indessen nicht die allgemeine Ursache des geringen Kiefernwachses oder der

Verjüngungsschwierigkeiten auf dem Hökensås sein, denn es gibt oft dort schlechtwüchsige und schwer zu verjüngende Kiefernbestände auf ortsteinfreiem Boden.

**Die Bleicherde.** Die für schwedische Verhältnisse ungewöhnlich mächtige und ausgeprägte Bleicherde der Sandböden auf dem Hökensås ist ein Zeichen dafür, dass der Boden stark durch Verwitterung und Auslaugung verarmt worden ist. Wahrscheinlich hat dieser Umstand eine Bedeutung für die Produktivität der Böden. Die mächtige Bleicherde kann jedoch nicht die allgemeine Ursache des geringen Waldwuchses der ganzen untersuchten Gegend sein, denn es finden sich auch verhältnismässig gutwüchsige Bestände auf mächtiger Bleicherde und schwachproduktive auf dünner Bleicherde. Viele der guten Kiefernböden Schwedens haben ausserdem ziemlich stark ausgeprägte Bleicherde.

**Die Rohhumusdecke.** In solchen Kiefernbeständen des untersuchten Gebiets, wo die Verjüngungsbedingungen schlecht sind, besteht die Humusdecke aus einem sehr inaktiven Rohhumus (vgl. TAMM 1936). In den moosreichen Beständen ist indessen der Rohhumus verhältnismässig aktiv, und eine rasche Vermoderung, mit Nitrifikation verknüpft (vgl. HESSELMAN, 1917, S. 980 ff.), tritt auf Kahlschlägen ein. Es gibt also bedeutende Unterschiede in den Eigenschaften der Humusdecken verschiedener Bestände. Diese Eigenschaften sind indessen sekundäre Erscheinungen, die mit der Dichte und Zusammensetzung der Bestände wechseln. Sie sind somit zuweilen als die zufällige Ursache der Bodenbeschaffenheit anzusehen und beeinflussen stark die Verjüngungsbedingungen, können aber nicht als die allgemeine Ursache der schwachen Produktivität dieses grossen Gebietes betrachtet werden.

## KAP. VI. DIE URSACHEN DES SCHWACHEN PRODUKTIONS- VERMÖGENS. DIE BEDEUTUNG DES UNTERGRUNDES.

Unter Untergrund wird hier der Sand oder Kies usw. verstanden, auf dem das Bodenprofil ausgebildet ist, und der zugleich das Substrat der bodenbildenden Prozesse gewesen ist. Der Untergrund bestimmt weitgehend das mineralogische Gepräge der A-, B- und C-Horizonte des Bodenprofils. Wegen seiner Mächtigkeit und Durchlässigkeit bestimmt er auch zum grossen Teil die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens.

**Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Böden.** Sehr trockene Podsolböden mit Kiefernheiden sind in Nordschweden sehr häufig. Sie haben immer sehr dünnen Rohhumus (1—2 cm) und auch dünne Bleicherde. In der Bodenvegetation fehlen solche Pflanzen, die eine höhere Bodenfeuchtigkeit andeuten. Die Kiefernheiden des untersuchten Gebiets (und noch mehr die *Vaccinium*-Wälder) weichen in diesen Hinsichten stark von den trockenen Kiefernheiden ab. Ihre Humusdecke ist ziemlich dick (4—5 cm), die Bleicherde oftmals ungewöhnlich mächtig (Hökensås). Nicht selten liegt auch das Grundwasserniveau nicht besonders tief (sogar nur 1—2 m). — Auf dem Versuchsfeld Mölna (schwach produktiver Kiefernwald von *Vaccinium*typus mit verheideten Flecken) ist die Bodenvegetation besonders genau untersucht worden. Es finden sich dort eine Anzahl feuchtigkeitsliebende Pflanzen wie *Myrtillus uliginosa*, *Carex Goudenowii*, *Juncus effusus*, *Eriophorum vaginatum*. Das Grundwasserniveau liegt mehrmals in einer Tiefe von 2 oder 3 m und wird von den Wurzeln der alten Kiefern erreicht. — Bei Axamo (s. Fig. 1) wurde ein ebenes, sehr schwach geneigtes Sandterrain, mit einem gleichaltrigen und sehr gleichförmigen, alten Kiefernbestand bewachsen, näher untersucht

(mechanische Analysen s. Tabelle 4). Weder die Kiefern, noch die Bodenvegetation zeigten irgendwelche Unterschiede auf zwei, besonders untersuchten Flächen. Auf der einen stand das Grundwasser (10.8.1936) in einer Tiefe von 100 cm unter der Bodenoberfläche, und dazu ist das Bodenprofil ziemlich stark mit Humuskolloiden angereichert. Auf der anderen lag das Grundwasserniveau an demselben Tage in einer Tiefe von 255 cm unter der Bodenoberfläche, und das Bodenprofil ist weniger mit Humuskolloiden angereichert. Der Kiefernbestand gehört dem gewöhnlichen, langsam wachsenden Typus an. Dieses Beispiel zeigt, dass die Bodenfeuchtigkeit nicht der ausschlaggebende Faktor für die Produktivität des Bodens sein kann.

Man kann auch in dem untersuchten Gebiet keinen irgendwie deutlichen Zusammenhang zwischen dem Waldwuchs und der sehr wechselnden Niederschlagsmenge bemerken. Wenn Bodentrockenheit die Ursache der schwachen Produktivität der Böden wäre, müssten die regenreichen Teile des Gebiets gutwüchsiger als die trockenen sein, was nicht der Fall ist. Der schöne Waldwuchs auf den Ösrücken wäre auch äusserst schwer vom Gesichtspunkt der Bodenfeuchtigkeit aus zu erklären. — Die durch den Untergrund bedingte Bodenfeuchtigkeit kann somit nicht die allgemeine Ursache des schlechten Waldwuchses im untersuchten Gebiet sein.

**Die mineralogische Beschaffenheit der Sand- und Kiesböden.** Man muss eine ziemlich starke Verwitterung der Mineralien im Waldboden durch Einwirkung der Wurzeln annehmen. Hierdurch erklärt sich der gute Kiefernwuchs, den man nicht selten auf groben, mächtigen Sanden, besonders in niederschlagsreichen Gegenden findet.

Neuerdings hat Verf. (TAMM 1934 a) eine Schnellmethode zur Beurteilung der mineralogischen Beschaffenheit der sandigen Böden ausgearbeitet, die sog. Basenmineralindexmethode. Ein Gramm der von Kolloidhäuten befreiten Korngrössefraktion 0,6—0,2 mm wird zur Untersuchung gewählt. Nachdem etwa vorhandene Glimmerminerale durch ein mechanisches Verfahren (Gleiten auf einer Metallplatte) entfernt und darauf gewogen worden sind, wird die Probe mit einer Flüssigkeit vom sp. Gew. 2,680 in einem geeigneten Scheidetrichter behandelt. Dabei sinken folgende Mineralien: kalkreicher Plagioklas, Hornblende, Augit, Olivin, Apatit und einige andere schwerere Mineralien, die in kleinen Mengen vorkommen. Sie werden abgeschieden und gewogen, die Glimmermenge wird zugerechnet und die erhaltene Summe als Basenmineralindex bezeichnet. Die leichtere Fraktion besteht hauptsächlich aus Quarz, Kalifeldspat und natronreichem Plagioklas. Diese Feldspäte verwittern nur langsam und haben, wenn sie nicht sehr feinkörnig sind, einen ziemlich geringen Wert im nordischen Waldboden. Dies wird unter anderem dadurch erwiesen, dass sehr oft schlechtwüchsige Wälder auf genügend feuchten, an Kalifeldspat und Oligoklas reichen Böden sich finden. Tabelle 3, S. 49 zeigt auch, dass die chemische Verwitterung in den oberen Schichten des Bodenprofils sehr gut durch das Bestimmen des Basenmineralindex festgestellt werden kann, denn die oberen Bodenschichten sind durch Verwitterung an den schwereren Mineralien verarmt worden. Man kann also den Basenmineralindex als für die mineralogische Stärke des Waldbodens bezeichnend ansehen in Fällen, wo feinkörnige Bestandteile fast oder ganz fehlen.

Tabelle 5 zeigt den Basenmineralindex verschiedener Sandproben aus dem Versuchsfeld Mölna. Tabelle 6 enthält die zugehörigen mechanischen Analysen.

Tabelle 7 zeigt den Basenmineralindex verschiedener Sandproben der Staatsforst Haboskogen auf dem Hökensås (Lage s. Fig. 1) und Tabelle 10 die mechanischen Analysen einiger von ihnen. Die Tabellen 8 und 9 enthalten den Basenmineralindex verschiedener Sandproben von Punkten, die über das ganze Untersuchungsgebiet zerstreut sind. Eine Erklärung der schwedischen Bezeichnungen findet sich auf S. 49.

Der Basenmineralindex der untersuchten Sande ist im allgemeinen etwa 1,5—3,0, derjenige der Oskiese mit Geröll 10—30. Als Vergleichsmaterial mögen Untersuchungsergebnisse von den Sanden des Malingsbotalet im südlichen Dalekarlien angeführt werden, weil diese Sande eine für nordschwedische Verhältnisse durchaus normale mineralogische Zusammensetzung haben und zugleich einen sehr guten Kiefernwuchs zeigen, auch wo der Sand grobkörnig und mächtig ist (vgl. Tabelle 6). In 53 Sandproben aus Malingsbo schwankte der Basenmineralindex zwischen 6,97 und 16,53, das Mittel war 11,47. — In Tabelle 11 ist die chemische Zusammensetzung eines Sandes aus meinem Untersuchungsgebiet (Versuchsfeld Mölna) mit derjenigen eines Sandes aus Malingsbo verglichen. Die Überlegenheit des Malingsbosandes tritt stark hervor.

Die mineralogische Zusammensetzung zweier Sande meines Untersuchungsgebietes ist durch Berechnungen gefunden, die auf chemisch-analytische Bestimmungen und Scheidungen mittels schwerer Flüssigkeiten gegründet sind. Der eine Sand war derselbe wie in Tabelle 11 (Versuchsfeld Mölna). Der andere stammte aus einem Teil der Staatsforst Haboskogen (Hökensås), wahrscheinlich die schlechteste Gegend meines ganzen Untersuchungsgebietes. Der Gehalt an  $\text{SiO}_2$  bei beiden Sandproben war 86,59 bzw. 92,15 %, an Quarz 68,1 bzw. 81,8 %, an Kalifeldspat 15,4 bzw. 12,1 %, an natronreichem Plagioklas 11,0 bzw. 3,5 % und an schwereren Mineralien (d. h. Summe von kalkreichem Plagioklas, Hornblende, Augit und anderen) 3,4 bzw. 0,8 %. Die beiden Sandproben waren also sehr quarzreich und enthielten nur wenig von den wertvollsten Mineralien.

RAMANN (1885 und 1886) hat eine bedeutende Anzahl chemischer Analysen von armen norddeutschen Sanden (teilweise aus Heiden) veröffentlicht, und WEIS (1929) hat einige ähnliche Analysen jütländischer Heidesande mitgeteilt. Der arme Sand aus der Staatsforst Haboskogen (92,15 %  $\text{SiO}_2$ ) steht dem norddeutschen Sand (93—97 %  $\text{SiO}_2$ ) und dem jütländischen (89—94 %  $\text{SiO}_2$ ) sehr nahe.

Die mineralogische Zusammensetzung der Sande meines Untersuchungsgebietes weicht also stark von derjenigen vieler schwedischen Sande ab, stimmt aber nahe mit derjenigen der armen Sande Norddeutschlands und Jütlands überein. Die mineralogische Schwäche der Sande in meinem Untersuchungsgebiet muss derjenige Bodenfaktor sein, der die allgemeine Ursache des schwachen Waldwuchses des Gebiets ist, während gleichzeitig viele andere wichtige Faktoren (inaktiver Rohhumus, mächtiger Bleichsand, Vorkommen von Ortstein) mitwirken. Wahrscheinlich gilt dasselbe auch für die norddeutschen und dänischen Heidegebiete.

Die Oskiesböden meines Untersuchungsgebietes haben eine viel bessere mineralogische Zusammensetzung als die Sande. Dazu stimmt ihr viel besserer Waldwuchs und auch ihr Bodenprofil. Man trifft nie auf Oskies so ausgeprägte Bleicherden an wie auf dem Sand, auch keine Ortsteinbildungen. Zuweilen ist das Profil sogar braunerdeartig. Das Studium der Oskiesböden bestätigt also in schöner Weise, dass hier die mineralogische Beschaffenheit ausschlaggebend für den Waldwuchs sowie für die Bodenbildung ist.

## KAP. VII. ÜBER DIE URSACHE DER HOHEN WERTE DES BASENMINERALINDEX DER OSKIESE.

Der Basenmineralindex eines Kiesel oder Sandes ist ein Mass des Gehaltes an solchen unverwitterten Mineralien, die aus Dioriten, Gabbros, Diabasen und ähnlichen Gesteinen stammen. In den glazifluvialen Oskiesen Schwedens sind immer die Gesteine angereichert worden, die mechanisch widerstandsfähig gegen die intensive Zermahlung in den subglazialen Flüssen waren. Meine Untersuchungen zeigen, wie es scheint, dass die diorit- und gabbroartigen Gesteine viel widerstandsfähiger sind als Granite und Gneise und ähnliche Gesteine, die im allgemeinen das Hauptmaterial (Quarz, Kalifeldspat, natronreichen Plagioklas) der Kiese und Sande geliefert haben. Wie bekannt, sind auch die granitischen Gesteine viel spröder gegen den Hammer als die diorit- und gabbroartigen.

Wenn die mechanische Resistenz die Ursache der Anreicherung der schwereren Mineralien im Oskies ist, muss auch ganz allgemein der Basenmineralindex eines gröberen Sedimentes grösser sein als derjenige eines feineren von demselben Ursprung. Das Mittel der Werte des Basenmineralindex war auch für 29 Proben von Oskies aus meinem Untersuchungsgebiet 11,41, für 7 Proben von Oskies aus Bottnaryd (s. Fig. 1) 21,80, für 68 Proben von grobem Sand aus meinem Untersuchungsgebiet 2,91, für 90 Proben mittelgrober Sande (schwedisch mellansand) 1,95 und für 48 Proben feiner Sande (schwedisch grovmo, grovmoig mellansand) 1,26. Fig. 8 zeigt den Zusammenhang zwischen Basenmineralindex und dem Gehalt an grobkörnigen Bestandteilen in 37 mechanisch analysierten Proben aus dem Versuchsfeld Mölna. Fig. 9 zeigt ein ähnliches Diagramm für 52 Sandproben aus Malingsbo, wo die Werte des Basenmineralindex um einen viel höheren Mittelwert schwanken. Alle diese Untersuchungen zeigen schön, dass der Wert des Basenmineralindex durchschnittlich mit dem Gehalt eines Sandes oder Kiesel an grobkörnigen Bestandteilen wächst. Sie bestätigen also die Theorie, dass die mechanische Resistenz die Ursache der Erscheinung ist, welche also eine sehr allgemeine sein muss. In sehr vielen Fällen müssen darum die groben Oskiese mit schwereren, für die Vegetation wertvollen Mineralien angereichert worden sein.

Das häufige Vorkommen von gutwüchsigen Kiefernwäldern und zuweilen auch Kalkpflanzen auf Oskiesböden in Gegenden, wo die Niederschläge genügend sind, und wo kein Material aus Sedimentgesteinen, wie Tonschiefer und Kalkstein, im Boden gefunden wird, scheint nun in befriedigender Weise erklärt zu sein.

## KAP. VIII—IX. EINIGE SCHLUSSFOLGERUNGEN VON FORSTLICHER BEDEUTUNG. SONSTIGE RESULTATE.

Das Hauptresultat meiner Untersuchungen vom forstlichen Gesichtspunkt aus ist der Nachweis der grossen Bedeutung der mineralogischen Beschaffenheit der Sand- und Kiesböden eines im grossen und ganzen schwachproduktiven südschwedischen Waldgebiets. Der mineralogische Faktor des Waldwuchses ist hier offenbar der wichtigste. Andere Erscheinungen, die hier zum langsamen Waldwuchs mitwirken können, sind: Vorkommen von inaktivem Rohhumus, von mächtiger Bleicherde, von Ortstein. Alle diese Erscheinungen sind indessen als sekundär zu betrachten, denn ein mineralologisch schwacher Sandboden neigt zur Verheidung (Inaktivierung der Rohhumusdecke) und zur Bildung von Bleichsand und Ortstein. Das untersuchte Gebiet erinnert sehr an die jütländischen und nordwestdeutschen

Heidegegenden, hat aber ein für den Kiefernwuchs geeignetes Klima und ist darum mit natürlichem Kiefernwald bestanden. Die Verheidung im untersuchten Gebiet scheint im allgemeinen mit starken Durchforstungen der Wälder in Zusammenhang zu stehen.

Die mineralogische Beschaffenheit eines sandigen Bodens, der nicht Material z. B. aus Tonschiefern und Kalksteinen enthält, wird sehr gut durch Bestimmung des Basenmineralindex charakterisiert. Diese Bestimmung kann auch zum Nachweis der chemischen Verwitterung der oberen Bodenschichten verwendet werden.

Die Oskiesböden haben allgemein in dem untersuchten Gebiet einen viel höheren Wert des Basenmineralindex als die Sande, was ihren schönen Kiefernwuchs sowie ihre abweichende Bodenbildung erklärt. Dieser hohe Wert ist offenbar durch die mechanische Widerstandsfähigkeit der diorit- und gabbroartigen Gesteine bei der Zermahlung in den subglazialen Flüssen verursacht.

Die Ergebnisse der mineralogischen Untersuchungen sind für das Verständnis der Probleme der Sand- und Kiesböden Schwedens von grosser Bedeutung. Ausserdem sind jedoch auch wichtige Resultate betreffs der Podsolierung im untersuchten Gebiet gewonnen worden. Es hat sich gezeigt, dass die Mächtigkeit der Bleicherde und die Farbe des B-Horizontes nicht in derselben Weise wie bei nordschwedischen Podsolprofilen als bezeichnend für den Feuchtigkeitszustand des Bodens betrachtet werden können (vgl. TAMM 1931). Die chemische Verwitterung hat zudem die Mineralien der B-Horizonte der Podsolprofile im untersuchten Gebiet stark angegriffen (wie auch in anderen untersuchten, südschwedischen Podsolprofilen). Auch in dieser Hinsicht weichen die südschwedischen Podsolprofile stark von den nordschwedischen ab, in welch letzteren die B-Horizonte nur sehr schwach verwittert zu sein pflegen.

---